



Praktisches Handbuch
der
Ventilation oder Lüftung
von
öffentlichen, Wohn- und landwirthschaftlichen Gebäuden,
oder
leichtfaßliche Anleitung
jedes Gebäude nach rationellen Grundsätzen zu ventiliren.

Nebst
Bemerkungen über Heizung, Feuerungsanlagen und die Verhütung des Rauchens der Essen.

Mit einem Anhange
über die Ventilirung der Segel- und Dampfschiffe, sowie der Eisenbahnwagen und über die Heizung der letzteren.

Von
Robert Scott Burn,
Civilingenieur.

Aus dem Englischen bearbeitet
von
Dr. Carl Hartmann,
Bergwerkingenieur.

Mit 39 dem Text eingedruckten Abbildungen.

Leipzig,
Baumgärtner'sche Buchhandlung.
1851.

Vorwort.

Die Gegenstände, mit denen sich das vorliegende Werkchen beschäftigt, sind von so allgemeiner Wichtigkeit, daß sie nicht genug beleuchtet werden können, um so mehr, da man diese Wichtigkeit in Beziehung auf den menschlichen Haushalt erst seit wenigen Jahren recht erkannt hat.

Das Buch ist von dem Uebersetzer ergänzt, wo er es für nöthig fand, wobei er manche eigene Erfahrungen, die zweite Auflage von Péclet's großem Werke „über die Wärme und deren Anwendung," Knapp's „chemische Technologie", die Nr. 4 und 5 der „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins" von 1850 und mehreres Andere benutzte.

Das Werkchen giebt eine so übersichtliche, leicht verständliche und vollständige Uebersicht dessen, was wir im allgemeinen unter Ventilirung verstehen, daß der Uebersetzer geglaubt hat, dem ganzen gebildeten Publicum durch Verdeutschung der englischen Schrift eine Gefälligkeit zu erzeigen.

Weimar, im October 1850.

Inhaltsverzeichniß.

Seite.

Einleitung 1

Erstes Kapitel. Die Nothwendigkeit und Wichtigkeit der Ventilirung 5

Luftvolum, welches zur Respiration und zu den Erleuchtungs-Apparaten erforderlich ist 13

Von der Ventilation oder Lüftung im Allgemeinen 19

Natürliche Ventilation 19

Ventilation durch die Wärme 22

Wärmemengen, welche durch die Fensterscheiben und durch die Mauern durchgelassen werden 30

Zweites Capitel. Die Ventilirung öffentlicher Gebäude . . . 35

Drittes Capitel. Die Ventilirung der Wohnzimmer, Wohnhäuser, Kaufläden 2c. 64

Viertes Capitel. Die Ventilirung landwirthschaftlicher Gebäude . 79

Fünftes Capitel. Die Heizung der Gebäude und die Construction der Oefen und Herde 92

Von den Heizeinrichtungen insbesondere 99

Zimmeröfen 101

Canalheizung 104

Luftheizung 105

Wasserheizung 107

Dampfheizung 110

Leistung der Brennstoffe 112

Hindernisse bei den Feuerungen 129

Kamine 134

Heizungen für Wohnungen und Localitäten 138

Seite.
Heizapparate. — Oefen 146
Einfache Luftheizung 151
Heizung mit Wasser 157
Beispiel einer Warmwasserheizung 161
Heizung mit Wasser-Dämpfen 162
Vergleichung der drei Heizmethoden 163
Rauchen der Kamine oder Essen und dessen Abhülfe . . . 168
Wiederholende Bemerkungen 174
Anhang. Ventilirung der Segelschiffe, Dampfschiffe und Eisenbahnwagen; Heizung der letzteren 179

Einleitung.

Obgleich schon seit langen Jahren von gelehrten Physikern und Aerzten der Satz aufgestellt worden ist, daß das Einathmen der unreinen, von den Lungen ausgeathmeten Luft sehr nachtheilig für Diejenigen sei, die in einer solchen Atmosphäre sich aufhalten müssen; so ist die Wichtigkeit der Ventilirung oder Lüftung nicht nur als Mittel der Fortschaffung der verdorbenen, sondern auch als Mittel zur Herbeiführung frischer Luft, aus den und in die von uns bewohnten Räume, doch erst seit ganz kurzer Zeit gehörig anerkannt worden. Man verkannte die Wahrheit, daß zu dem menschlichen Wohlsein, nicht allein dem körperlichen, sondern auch dem geistigen, eine reine Atmosphäre nöthig sei. Lange Zeit nachdem man aber die Nothwendigkeit der Ventilirung für den menschlichen Haushalt anerkannt hatte, wurde sie jedoch mehr als der Gegenstand eines interessanten Studiums, denn als ein Mittel betrachtet, die Uebel, welche sie zu verhindern suchte, wirklich zu entfernen; kurz der Gegenstand wurde mehr theoretisch als praktisch betrachtet. Weit später noch nahmen die Regierungen den Gegenstand, d. h. die Sanitätsverhältnisse des menschlichen Haushalts, zur Hand. Einer von den Charakteren unserer Zeit, das Zusammendrängen der Bevölkerung in großen Städten, machte dies nothwendig. Frankreich und England waren auch hierin Deutschland voraus, und der Bearbeiter dieses Werkchens, der sich mit diesem Gegenstande allge-

meiner und großer Wichtigkeit häufig beschäftigt hat, nimmt daher auch die Gelegenheit wahr, ein sehr praktisches Erzeugniß der englischen Presse seinen Landsleuten hier mitzutheilen, um so mehr, da auch bei uns die allgemeine Aufmerksamkeit darauf gelenkt worden ist.

Bei diesem sowie bei vielen andern Fällen des praktischen und des allgemeinen Volkslebens, wurde die gesündere Einrichtung von öffentlichen und Privatwohnungen, sowie die Räume, die zum Aufenthalt unserer Hausthiere erforderlich sind, zuerst der Gegenstand der öffentlichen Aufmerksamkeit und dann erst ein Gegenstand der Gesetzgebung. Anfänglich war auch die Ventilirung der Wohnungen in vielen Stücken noch sehr zurück, dann nahmen sich aber viele unserer besten Wissenschaftsmänner und praktischen Techniker der Sache an; die Philanthropen nahmen in Beziehung auf Armenhäuser und Gefängnisse ein Interesse daran. Die Kunst wurde mehr und mehr von ihren Verwickelungen und Schwierigkeiten entkleidet; es wurden die einfachen Gesetze der Natur in Beziehung auf die Regulirung der atmosphärischen Bewegung ins Interesse gezogen und bei der Lüftung angewendet: und das Resultat von alle diesem war die Feststellung der Thatsache, daß nicht allein die Ventilation einer jeden menschlichen Wohnung oder eines jeden öffentlichen Gebäudes möglich ist, sondern daß sie auch in den meisten Fällen leicht und wohlfeil eingeführt werden kann.

Der Verfasser des vorliegenden Werkchens hat sich viele Jahre lang fast ausschließlich mit der Ventilirung beschäftigt, er hat das bis jetzt darüber Bekannte mit Aufmerksamkeit studirt, und hat in den letztern Jahren manchen von diesen Plänen ausgeführt. Er ist überzeugt von der großen Wichtigkeit des Gegenstandes und ist der Meinung, daß zu den wesentlichsten Bedürfnissen der heutigen Literatur ein Werkchen gehört, in welchem die Lehre von der Ventilirung unter dem Gesichtspunkte ihres großen Nutzens und Vortheils, sowie in einer allgemeinen und nicht allein Technikern verständlichen Sprache dargestellt worden ist. — Auf diese Weise sind die nachstehenden Bogen entstanden. Indem der Verfasser die Resultate seiner

eigenen Erfahrungen und die Anderer darzustellen sucht, bemerkt er, daß er sich bemüht hat, nur die anerkannt praktischen mitzutheilen, indem er der Meinung ist, daß die meisten theoretischen Erklärungen der Thatsachen zum Verständniß des Systems so klar sind, daß ein Jeder sie sich selbst entwickeln kann.

Der bei dem vorliegenden Werkchen befolgte Plan ist im Allgemeinen der folgende: Im ersten Capitel sind wenige kurze Bemerkungen über die Nothwendigkeit und Nützlichkeit der Ventilation gemacht worden und es ist im Allgemeinen gezeigt, wie nachtheilig die Einwirkung unreiner Luft auf den Haushalt des menschlichen Körpers sei. Das zweite Capitel beschäftigt sich mit einer Erläuterung der Beschaffenheit und der Grundsätze der Ventilirung und der am meisten praktischen Einrichtungen ihrer Anwendung bei öffentlichen Gebäuden, erklärt durch Beschreibungen, Entwürfe und kleine Zeichnungen. Das dritte Capitel ist der Betrachtung derjenigen Methoden gewidmet, durch welche dem Innern der menschlichen Wohnung auf die einfachste und zweckmäßigste Weise reine Luft zugeführt wird. Die Beschreibungen sind so allgemein verständlich, daß sie ein Jeder mit Nutzen zu lesen vermag; sie sind aber auch andererseits so vollständig und so wissenschaftlich gehalten, daß auch der eigentliche Techniker Nutzen daraus ziehen kann. Das vierte Capitel enthält die Beschreibungen der Ventilirung landwirthschaftlicher Gebäude. Das fünfte Capitel handelt von der Heizung — einem verwandten Gegenstande, der für den Haushalt, sowie für Gewerbe und Künste von größter Wichtigkeit, während eine gut angelegte und ausgeführte Heizung der Wohn- und öffentlichen Gebäude eines der wichtigsten Hülfsmittel für die Ventilirung ist. Dieses Capitel, welches einen sehr ausgedehnten Gegenstand hat, ist hier nur aus dem rein praktischen Gesichtspunkte abgehandelt und der Bearbeiter hat Veranlassung genommen, die in dieser Beziehung schon wegen des rauhern Klimas weit wichtigern deutschen Verhältnisse zu berücksichtigen, während er auch nicht unterlassen, aus dem Original dasjenige zu entnehmen, was eine besonders praktische Wichtigkeit hat. Bei der Construction der Oefen, Herde, Kamine u. s. w. ist die

1*

Brennmaterialersparung als ein Hauptgegenstand ganz besonders beachtet. Das Ganze wiederholende Bemerkungen beschließen das Werk.

In einem Anhange sind Bemerkungen über die Ventilirung von Schiffen, Dampfböten, sowie über die Ventilirung und Heizung von Eisenbahnwagen mitgetheilt.

Die kleinen dem Text eingedruckten Abbildungen können keinen technischen Werth haben, sondern nur dazu dienen, um das Gesagte mehr zu verdeutlichen, wozu eine kleine Abbildung oft weit zweckmäßiger ist als ausgedehnte Beschreibungen.

Erstes Capitel.

Die Nothwendigkeit und Wichtigkeit der Ventilirung.

Zu den natürlichen Agentien, die zu dem Sein und dem Aufenthalte des Menschen auf der Erde erforderlich sind, gehört vor allen Dingen die uns umgebende Atmosphäre; als das Medium betrachtet, durch welches mit gleicher Leichtigkeit die Lichtstrahlen, die Schallschwingungen, die wohlriechenden Düfte der auf der Erde wachsenden und blühenden Sträucher und Blumen, sowie die in den Wolken aufbewahrten Feuchtigkeiten zu der Erde gelangen und dieselbe erquicken, hat die Atmosphäre für den beobachtenden Geist ein hohes Interesse, besonders wegen der Genauigkeit der Gesetze, die ihre Bewegung regeln. In Beziehung auf ihren Einfluß, den sie auf den menschlichen Körper äußert, bietet sie aber noch einen andern gleich wichtigen und interessanten Gesichtspunkt dar. Sie bildet das große pabulum vitae, welchem jede andere Ernährung unterworfen ist und ohne welches unmittelbar der Tod erfolgt. Die atmosphärische Luft wirkt nicht allein ununterbrochen, wo sie auf die Oberfläche des Körpers drückt, sondern sie wird selbst mit dem Blute in Berührung gebracht, sogar in den innersten Gefäßen der Lunge, wo ihre erneuernde Einwirkung diese Lebensflüssigkeit reinigt, ehe sie zu dem Herzen zurückkehrt, von wo aus sie in einem lebendigen Strom in jedem Theile des Körpers circulirt und einen unaufhörlichen Kreislauf von chemischen Veränderungen veranlaßt, der ebenso lange dauert, als das Leben, welches

zu seiner Bewegung erforderlich ist. Die Natur hat es ebenso sorgfältig eingerichtet, daß wir die uns umgebende Luftflüssigkeit in gehöriger Quantität erlangen, als sie auch eine Auswahl der gehörigen Mittel getroffen hat, um sie überall wirksam zu machen.

Worin diese Mittel nun bestehen, werden wir in den folgenden Zeilen sehen, in denen wir uns mit den Ursachen des Athmungsprocesses und mit der Einwirkung der Luft auf das Blut beschäftigen. Die Luftröhre, welche in die Brust niedergeht, hat zwei Arme, von denen der eine in den rechten, der andere in den linken Lungenflügel geht. Da wo diese Luftröhrenarme in die Lungen eintreten, sind sie in unzählige kleine Röhrchen getheilt, die sich in kleine kugelförmige Zellen endigen und die sämmtlich mit einander in Verbindung stehen. Die Anzahl derselben ist sehr groß und die Oberfläche ihrer Gesammtheit wird von Einigen auf **1500** □ Fuß berechnet. Der englische Arzt Reid giebt übrigens seine Meinung dahin ab, daß man **400** □ Fuß als der Wahrheit ziemlich nahe kommend als Oberfläche ansehen dürfe. Mittelst der Muskelwirkung des obern Theils von dem Körper wird die Luft durch die Luftröhre, ihre unzähligen Verzweigungen und die vereinigten Lungenzellen getrieben und in den letzteren wirkt sie auf das Blut, welches ebenfalls durch dieselben circulirt.

Die beiden großen Canäle, um uns dieses gewöhnlichen Ausdrucks zu bedienen, durch welche das Blut in seinen verschiedenen Kreisläufen geleitet wird, sind die Venen und Arterien, von denen die erstern das Blut zu den Lungen führen, wo es gereinigt wird, die letztern aber das gereinigte Blut dem Körper zuführen, dem es auf seinem Lauf Wärme, Stärke und Leben ertheilt. Die Farbe des Bluts in den Venen ist ein dunkles Purpurroth, in den Arterien dagegen hellroth. Wenn wir den innern Mechanismus unseres Körpers in Wirksamkeit sehen könnten, so würden wir wahrnehmen, wie die Venen das dunkle unreine Blut auf der einen Seite dem Herzen zuführen, von wo aus es in die Lungen gedrängt wird, worin es den in den Zellen derselben vorhandenen Sauerstoff aufnimmt. Darauf wird

es der andern Seite des Herzens zugeführt und von da aus mit einer hellrothen Farbe durch alle Arterien getrieben. Die zur Athmung benutzte Luft, die, wie wir gesehen haben, den Lungen zugeführt wird, theilt der allgemeinen Annahme nach ihren Sauerstoff dem Blut auf ein Mal mit, — dem Blut, welches bei seinem Lauf durch den Körper verschiedene Unreinigkeiten aufnimmt, von denen die hauptsächlichsten in kohlensaurem Gase bestehen. Diese Producte werden hauptsächlich durch die Elasticität der Lungen unter dem Beistand der Muskularwirksamkeit des Körpers ausgetrieben. Dies ist eine einfache aber gründliche Erklärung der Respiration und der Einwirkung der Luft auf das Blut, jedoch mit Hinweglassung aller Nebenumstände. Der Zweck dieses Processes, der nur mit dem Tode endigt und den man die „Ventilation der Lungen" genannt hat, besteht in einer Entfernung aller verdorbenen Substanzen, welche in die Lungen eingeathmet werden, und dem Ersatz durch eine entsprechende Menge frischer Luft. Sehen wir daher, daß die Reinigung des Blutes, welches die das Leben erhaltende Flüssigkeit ist, davon abhängt, daß es eine gewisse Sauerstoffmenge aufnimmt, so ist es ganz offenbar, daß dieser Zweck nicht dazu dienen kann, um Luft einzuathmen, die vorher dieses nothwendigen Bestandtheiles beraubt ist. Es würde zweckwidrig sein, Blut in die Lungen gelangen zu lassen, in welchem bereits schlechte Luft vorhanden ist. Ein solches Resultat kann nur die Folge eines gestörten Gesundheitszustandes sein.

Aber nicht allein durch die Lungen übt reine Luft einen wohlthätigen Einfluß auf den Körper oder umgekehrt, sondern die mit zahlreichen Poren versehene Haut übt eine sehr wichtige Function aus. Dieser Einfluß der Luft auf das Blut durch die kleinen Röhrchen ist ähnlich dem, der mit unaufhörlicher Kraft durch die Lungen ausgeübt wird. Aus manchen Umständen läßt sich freilich erkennen, daß die Einwirkung der Hautporen nicht mit derselben Genauigkeit erfolgt; jedoch geht bei einer gesunden Person die Aufnahme von reiner, sowie die Abscheidung von unreiner Luft mittelst der Haut mit bedeutender Regelmäßigkeit vor sich. Der französische Chemiker Lavoisier be-

hauptete, daß ein Mensch durch unmerkliche Ausdünstung in einer Minute 15 Grän Dampf von sich gebe; und man hat sich überzeugt, daß mit der Haut in Berührung stehende reine Luft hauptsächlich in kohlensaures Gas verwandelt werde.

Es ist daher zu einer ununterbrochenen Ausübung der Functionen des menschlichen Körpers eine bedeutende Luftmenge ebenso nothwendig als nahrhafte und gesunde Speisen. Dies werden wir als unumstößlich wahr erkennen, wenn wir den Proceß an einem lebenden Subject in ununterbrochener Wirksamkeit beobachten. Wir haben bemerkt, daß das kohlensaure Gas das hauptsächliche Product der Respiration sei; nun muß dasselbe aber wegen seiner höchst schädlichen Eigenschaften, wenn es von den Lungen aufgenommen wird, einen sehr nachtheiligen Einfluß auf die Constitution ausüben. Im reinen Zustande erlöscht es die Flamme und tödtet fast augenblicklich lebendige Gegenstände, die seinem Einflusse ausgesetzt gewesen sind. Im vermischten Zustande sind seine Wirkungen nicht so wahrnehmbar; nichts desto weniger gehen sie langsam und unaufhörlich vor sich und werden zu leicht übersehen, bis daß die menschliche Constitution gefährdet und der Körper mindestens sehr geschwächt ist. Außer den größern Nachtheilen, welche die Wirkung des kohlensauren Gases veranlaßt, ist es auch die Ursache von vielen geringern, welchen die menschliche Constitution oft unterliegt, wenn eine schlechte Luft auf dieselbe ihren Einfluß ausüben kann. Eine lange ununterbrochen einwirkende verdorbene Luft, schwächt nach und nach die Spannkraft und Verdauungskraft des Magens; der Appetit vermindert sich, und da die Hauptkraft des ganzen menschlichen Haushaltes auf diese Weise untergraben ist, so werden auch alle übrigen Kräfte desselben geschwächt und der ganze Körper leidet nach und nach so sehr, daß endlich der Tod eine nothwendige Folge ist. Ein frühzeitiges Altern ist eine der häufigsten Nachtheile eines längern Aufenthalts in einer verdorbenen Atmosphäre. In sehr vielen Fällen wird die kurze Spanne des menschlichen Lebens durch diese Ursache verkürzt, und außerdem ist ein unendliches Uebelbefinden und eine der unangenehmsten Plagen des Menschen, die Hypochondrie, noch die geringste Folge davon. Einen ebenso

nachtheiligen Einfluß hat eine verdorbene Atmosphäre auf die moralischen und intellectuellen Fähigkeiten des Menschen; die Fähigkeiten und die Kraft beider werden dadurch geschwächt und zwar in gleichem Verhältniß wie die Körperkräfte, und wenn beide nicht sofort unterliegen, so werden Menschen, die längere Zeit in einer schlechten Luft leben müssen, von einem unnatürlichen aufgeregten Zustande ergriffen, der völlig unvereinbar mit der Gesundheit und einer ganz gehörigen Ausübung der Geisteskräfte ist.

Die überraschenden Aufschlüsse, die wir in den letztern Jahren erlangten, haben ganz deutlich die Thatsache bewiesen, daß einer mangelhaften Ventilirung die weite Verbreitung mehrerer sehr bösartigen und weit verbreiteten Krankheiten zugeschrieben werden müsse. — Wir erwähnen nur den Typhus und andere bösartige und pestilenzialische Fieber. Man hat es bestritten, daß der Typhus und ähnliche Krankheiten gleich mörderisch seien als die größten Schlachten, allein wenn wir sagen, daß diese Krankheiten doppelt soviel Opfer fordern wie blutige Schlachten, so begehen wir durchaus keine Uebertreibung. In unsern mitteleuropäischen Ländern wird fast jährlich eine Schlacht des Lebens geschlagen. Die Schlachtopfer sind die Bewohner unserer Städte, die Sieger sind der tödtliche Typhus und andere Fieberarten. So abschreckend dies Gemälde auch sein mag, so wahr ist es doch; es ist nur ein wörtlicher Ausdruck der Menschlichkeit. Jeder Arzt großer Städte, vor allen Dingen aber die Staatsärzte, welche die Wohnungen der ärmern Klasse zu besuchen haben, werden davon überzeugt sein. Zu manchen Zeiten gleichen die Wirkungen des Typhus einem wahren Vertilgungskriege, und das hier Gesagte giebt nur einen kleinen Ausdruck der Wahrheit.

Wenn wir bemerkt haben, daß unreine Luft Veranlassung zu Entstehungen von Krankheiten gäbe, so ist sie aber noch weit wirksamer bei ihrer Verbreitung. Ein gewisser Grad der Concentration scheint im Allgemeinen dazu erforderlich zu sein und giebt unwiderruflich eine Prädisposition zu Fieberanfällen. Zur Bestätigung des Gesagten wollen wir einige Bemerkungen des Dr. Arnott darüber anführen: — „In einem öffentlichen Ge-

bäude zu Edinburg wurden, wenn die Anzahl der Fieberkranken ein gewisses Verhältniß von allen Krankheitsfällen des Spitals überstieg, die stets anwesenden Krankenwärterinnen davon ergriffen, indem dieselben der Ansteckung am meisten unterworfen waren; wenn aber das Verhältniß noch zunahm, so wurden auch die in dem Krankenhause klinicirenden Studenten davon ergriffen, die der Ansteckung weniger ausgesetzt waren als die Wärterinnen, jedoch mehr als die dirigirenden Aerzte. Dies war stets der Fall mit denen, die sich vorzugsweise mit den Fieberkranken beschäftigten. Kamen aber die Fieberfälle nur einzeln vor, so daß sich das Fiebergift nicht concentriren konnte, so blieben die klinicirenden Studenten, sowie auch die Kranken in den benachbarten Betten von der Ansteckung verschont. Dies beweis't, daß die Verdünnung des contagiösen Giftes durch Vereinzelung der Kranken, sowie durch eine vollständige Ventilirung der Wärter und der in den Krankenzimmern stets vorhandenen Aerzte, der beste Schutz gegen Ansteckung waren." — Mit dieser Erfahrung des Dr. Arnott stimmen die in Deutschland gemachten Erfahrungen vollständig überein. Wir erinnern nur an die furchtbaren typhösen Krankheiten während der Kriege von **1813** und den folgenden Jahren, wo große Massen von Verwundeten und Kranken in rasch eingerichteten Spitälern zusammengedrängt lagen, wo auf eine richtige Ventilation gar nicht gesehen werden konnte. Wir erinnern auch noch an die schrecklichen Nervenfieber, die vor einigen Jahren in Oberschlesien, besonders unter der polnischen Bevölkerung auf eine grausenerregende Weise haus'ten; nur dem hohen Grade von Unreinigkeit und den schlechten Wohnungen der Polen war dies Umsichgreifen der Krankheit zuzuschreiben, nicht Vernachlässigung von Seiten der Regierung!

Fieber sind es aber nicht allein, deren Verwüstung durch eine mangelhafte Ventilation befördert wird; diese bilden nur einen Tropfen Wasser in dem Ocean der Uebel, welche dadurch veranlaßt werden, und die weit weniger in rasch auflösenden Krankheiten als in stillschweigend die Lebenskraft des menschlichen Körpers angreifenden Wirkungen des zerstörenden und unsichtbaren

Giftes der schlechten Lebensluft bestehen; die bedeutendsten dieser Uebel sind die Auszehrung und Scrofeln. In Beziehung auf die erstere Krankheit muß bemerkt werden, daß sie bei der arbeitenden Klasse beinahe allein durch einen fast ununterbrochenen Aufenthalt in sehr stark erheizten Werkstätten, sowie durch eine sitzende Lebensweise veranlaßt wird; jedoch dehnen sich ihre Verwüstungen auf alle Klassen aus; denn die Reichen und Wohlhabenden leiden ebenfalls daran. Hauptsächlich aber bemerkt man die Uebel, die eine unreine Atmosphäre nach sich zieht, an den scrofulösen Krankheiten. Verschiedene Aerzte und Menschenfreunde, die diesem Gegenstande eine nähere Aufmerksamkeit geschenkt haben, bemerken darüber Folgendes: — Von allen Ursachen der Scrofeln scheint eine mangelhafte Ventilirung der menschlichen Wohnungen und sonstigen Räume, in denen sich Menschen aufhalten, die bedeutendste zu sein. Verfolgt man die Krankheitsgeschichte eines an Scrofeln Leidenden, so wird man in den meisten Fällen auf diese Ursache zurückgeführt werden. Man wird sehr allgemein finden, daß Leute, die sich viel im Freien aufhalten müssen, selten scrofulös sind, wogegen man sie am häufigsten bei solchen Handwerkern findet, die den ganzen Tag in einem eingeschlossenen Raume zubringen müssen. Dies liefert daher den Beweis, daß eine schlechte Luft oder vielmehr eine mangelhafte Lüftung neben mancherlei andern Ursachen den Hauptgrund der Verbreitung der Scrofeln bildet. Bei einer genauern Untersuchung wird man mit wenigen Ausnahmen finden, daß die wahre Scrofelkrankheit durch eine verdorbene Luft veranlaßt wird, und es ist nicht immer nöthig, daß ein fortwährender Aufenthalt in einer solchen Atmosphäre das Uebel veranlassen müsse, sondern daß oft wenige Stunden täglich dazu hinreichend sind. So kann es sich auch ereignen, daß Leute, die in einer sehr gesunden Gegend leben und die den größern Theil des Tages in der freien Luft zubringen, dennoch scrofulös werden, weil sie in engen Räumen schlafen, wo nur eine sehr beschränkte Lüftung stattfinden kann. Wir wollen das Gesagte durch das folgende Beispiel nachzuweisen suchen. — Drei französische Meilen von Amiens entfernt liegt das Dorf Oresmeaux auf einer von allen

Seiten freien Ebene und wenigstens 100 Fuß über den benachbarten Thälern. Vor ungefähr 60 Jahren wurden die meisten Häuser aus Lehm oder mittels des sogenannten Pisé-Baues aufgeführt und statt durch Fenster wurden sie nur durch einige Glasscheiben erleuchtet, die in den Wänden befestigt wurden. Der Fußboden dieser Häuser lag oft mehrere Fuß unter der Straße, war auch nirgends gepflastert. Die Decken waren niedrig und der größte Theil der Bewohner war mit der Weberei beschäftigt. Die Lüftung erfolgte nur durch wenige Oeffnungen in den Wänden, die aber nach Belieben verschlossen werden konnten, so daß nur wenig frische Luft in die Werkstatt gelangte, denn eine nothwendige Bedingung der Batistweberei, welche in dem Dorfe getrieben wurde, ist eine feuchte Atmosphäre, damit die Schlichte und die Kette nicht zu rasch trocknen. Fast alle Einwohner litten an Scrofeln und manche Familien starben fast gänzlich in Folge dieses Uebels aus. Da wurde fast ein Drittel des Dorfes durch das Feuer zerstört, die Häuser wurden auf eine gesündere Weise wieder aufgeführt und die Scrofeln hörten in diesen neuen Häusern nach und nach auf. Wir könnten einen ganzen Band mit Thatsachen anfüllen, welche die fürchterlichen Einwirkungen verdorbener Luft auf die menschliche Gesundheit beweisen, allein das Obige mag hinreichend sein. Wenn der Beweis geliefert worden ist, daß eine sehr mangelhafte Lüftung eine stärkere Krankheitsursache sei als viele andere — wenn zu dem schon Erwähnten hinzugefügt wird, daß sie eine Ursache vieler kleinerer Uebel sei — wie Katarrh, Rheumatismus, schlechte Verdauung, Nervenschwäche, Krankheiten der Gelenke, der Haut, der zarteren Organe, wie des Gesichts und Gehörs — und zur Vervollständigung der traurigen Liste eine Geneigtheit zu allen übrigen Krankheiten hervorrufe, denen der Mensch unterworfen ist; so wird sich der Leser von der großen Nothwendigkeit einer guten Ventilirung durchaus überzeugen und das Seinige dazu beitragen, daß bei keiner Wohnung eine gehörige Zuführung von frischer Luft fehle.

Wenn der wunderbare Athmungsproceß so angeordnet worden ist, daß er unsere irdische Hülle von den Unreinigkeiten befreit,

die Krankheiten und Unannehmlichkeiten veranlassen würden, wenn sie in dem Körper blieben, so muß es doch wahrlich als eine Thorheit erscheinen, wenn wir bei unserer täglichen Lebensweise gegen dieses weise System handeln und der reinen Luft, die uns überall gegeben ist, den Zutritt verweigern und dagegen der verdorbenen den Zutritt gestatten, und dennoch ist dies täglich der Fall. In den meisten Wohnhäusern findet man keine Vorrichtung zur Zuführung von frischer Luft. Die nachstehenden Betrachtungen werden dies näher nachweisen:

Luftvolum, welches zur Respiration und zu den Erleuchtungs-Apparaten erforderlich ist.

Wir sahen schon weiter oben, daß durch die Respiration ein Theil der Luft in Kohlensäure verwandelt wird, und daß die ausgeathmete Luft zu einer neuen Respiration fast untauglich sein würde. Nach Dumas verwandelt ein Mensch in einer Stunde durch seine Respiration allen in 90 Liter Luft enthaltenen Sauerstoff in Kohlensäure und das in dieser Zeit ausgeathmete Luftvolumen beträgt 333 Liter, welche fast 0,04 Kohlensäure enthalten. Es ist demnach fast $^1/_3$ Kubikmeter (etwa 11 Kub.-Fuß) Luft auf das Individuum in der Stunde erforderlich, damit dieselbe Luft nur ein einziges Mal durch die Lungen gehe.

Jedoch wirkt der Mensch durch seine Organisation noch auf eine andere Weise, um die umgebende Luft zu verderben, nämlich durch die Ausdünstung der Haut und der Lungen. Die Dünste, welche sie entwickelt, lösen sich in der Luft auf, allein sie sind von thierischen Materialien begleitet, welche der Luft sehr schnell einen schlechten Geruch mittheilen. Diese Materialien sind außer allem Zweifel die mächtigste Ursache der Ungesundheit; denn in sehr vielen Fällen, wo die Luft der Zimmer, welche sehr viel Menschen enthalten, das Athmen sehr erschwert, findet man in ihren Bestandtheilen keine wesentliche Vermehrung der Kohlensäure, welche den Unterschied der durch diese und durch die frische Luft hervorgebrachten Wirkung erklären könnte. Demnach ist es zweckmäßig, die Luftmenge, welche für das Individuum und in der Stunde zur Auflösung der Producte der Transpiration nöthig ist,

kennen zu lernen. Die Menge Wasserdünste, welche ein Mensch in einer Stunde hervorbringt, beläuft sich auf etwa 38 Grammen; nimmt man nun die Luft zu 15° an und schon zur Hälfte mit Wasserdampf gesättigt, wie es die gewöhnlichsten Umstände mit sich bringen, so würde das erforderliche Luftvolum zur Auflösung der producirten Dämpfe betragen

$$2 \times 38 : 13{,}028 = 5{,}84$$

oder fast 6 Kubikmeter Luft auf das Individuum und in der Stunde.

Die Richtigkeit dieser Zahlen ist durch mehrere Versuche und Erfahrungen bestätigt worden. Die Primärschule in der Rue Neuve Coquenard zu Paris, welche gewöhnlich 210 Kinder enthält, wird mittelst einer besondern Vorrichtung erwärmt und ventilirt. Man kann durch dieselbe sehr leicht das Luftvolum, welches aus dem Saale während einer gegebenen Zeit ausströmt, messen. Bei einer Ventilation von 6 Kubikmetern auf den Schüler und in der Stunde war die innere Luft gänzlich geruchlos und die Organe fanden keinen Unterschied mit der äußern Luft.

Die in dem Gebäude der Deputirtenkammer zu Paris angestellten Beobachtungen stimmen mit den angegebenen überein. Der Sitzungssaal wird, wie wir weiter unten näher sehen werden, durch die in Heizgewölben stehenden Oefen erwärmt; die erwärmende Luft strömt durch Oeffnungen ein, die in der Nähe der Tribüne angebracht sind, und strömt durch Oeffnungen in den obersten Stufen des Amphitheaters und in der Decke über den Tribünen aus. Die Ausströmungsöffnungen stehen zuvörderst im Zusammenhange mit Canälen in der Mauer, welche ihrerseits wiederum mit einer weiten Esse in Verbindung stehen, in welcher ein mit Koaks gespeis'ter Herd angebracht ist. Die Ventilation wird hauptsächlich mittelst eines senkrechten Registers regulirt, welches in dem Canal angebracht ist, der den Heizgewölben frische Luft zuführt. Der intelligente Heizer, der den Apparat, den er leiten muß, sehr gut kennt, sagte Herrn Peclet, daß er durch Erfahrung die Höhe kennen gelernt habe, auf die er unter verschiedenen Umständen den Schieber stellen müsse, damit man sich in dem Saale

nicht über einen unangenehmen Geruch beklage, indem derselbe nur etwas unter dieser Grenze sogleich fühlbar werde. Am Schlusse einer sehr zahlreich besuchten Sitzung gegen 4 Uhr Nachmittags sei ein Versuch angestellt. Das Volum der eingeströmten kalten Luft habe in der Secunde 1,9 oder in der Stunde 6840 Kubikmeter betragen; und da der Saal 1000 bis 1100 Personen enthielt, so betrug die Ventilation 6 bis 7 Kubikmeter auf die Person und in der Stunde, wenigstens in Beziehung auf die von den Heizgewölben gelieferte Luft. Da aber auch nothwendig durch die Thür- und Fensterfugen, so wie auch durch die von Zeit zu Zeit geöffneten Thüren und Fenster Luft einströmen mußte, so konnte die wirkliche Zahl der Ventilation nur durch Messung der Geschwindigkeit der Luft in allen Röhren, welche sie der Abführungsesse zuführen, bestimmt werden. Jedoch ist diese Geschwindigkeit nur in zwei Canälen gemessen, so daß das ausgeströmte Luftvolum nicht genau bestimmt werden konnte. Indessen würde es sehr wenig von dem verschieden sein, welches beim Einströmen gemessen ist, und Herr Péclet hält es daher für sehr wahrscheinlich, daß die von den Heizgewölben gelieferte Luft zur Reinigung der Luft in dem Saale hinreichend war. Obgleich die in demselben befindliche Luft durchaus keinen merklichen Geruch hatte und obgleich die Ventilation hinreichend war, so beklagte man sich doch in gewissen Theilen des Saales über zu starke Hitze. Dieser Uebelstand rührt ohne Zweifel von der gewählten Circulation der Luft her, worauf wir später zurückkommen werden.

Es haben diese Erfahrungen zu einer ganz eigenthümlichen Bemerkung Veranlassung gegeben. Der Geruch der Luft in der Esse war sehr unangenehm und dennoch war die Luft im Saale geruchlos und die Essen waren sehr rein. Diese Erscheinung scheint sich auf zweierlei Weise erklären zu lassen: 1) indem man annimmt, daß der Geruch der Luft durch ihre Bewegung vermehrt worden sei, da dieselbe die mit unsern Organen in Berührung stehenden Theile stets erneuert; 2) indem man annimmt, daß die in der Luft aufgelösten oder mit derselben vermengten thierischen Stoffe durch die verlängerte Berührung eine

Gährung erlitten haben, welche ihre Beschaffenheit verändert. Wahrscheinlich wirken beide Ursachen zusammen, um die fragliche Wirkung hervorzubringen.

Wir nehmen demnach an, daß 6 Kubikmeter Luft auf die Person und in der Stunde zur Lüftung bewohnter Räume hinreichen, wenigstens um die Wirkungen, welche Respiration und Transpiration hervorgebracht haben, zu vermeiden.

Die Zimmerluft wird aber außerdem noch durch das künstliche Licht verdorben. Die nachfolgende Tabelle zeigt das Gewicht der während einer Stunde in verschiedenen Erleuchtungsapparaten verbrannten Stoffe, ferner die erforderlichen Luftvolumina unter der Annahme, daß durch die Verbrennung bloß ein Drittel von dem Sauerstoffe der Luft absorbirt worden sei.

Beschaffenheit der Erleuchtung.	Brennstoff-Verbrauch in der Stunde.	Luftvolum, wovon ein Drittel des Sauerstoffs absorbirt worden ist.
Talglichter, 6 auf das Pfund	11 Grammen.	0,322 K.-M.
Wachslichter	11 „	0,322 „
Lampe mit großem Brenner	42 „	1,266 „

Die bei diesen verschiedenen Erleuchtungsarten hervorgebrachten Lichtmengen stehen fast in dem Verhältniß der Zahlen 11,14 und 100.

Die vorhergehenden Resultate geben das Mittel, die Luftmengen zu berechnen, welche man einem Wohnzimmer zuführen muß, wenn man die Anzahl der in demselben enthaltenen Personen, sowie die Beschaffenheit und Zahl der Erleuchtungsapparate kennt.

Wenn die Zimmer hoch sind, so reicht die darin enthaltene Luft eine leicht zu berechnende Zeit lang zur Respiration hin. Jedoch ist es mit Ausnahme der Kirchen selten, daß das Luftvolum hinreichend sei, wenn viele Menschen lange in dem Raume verweilen. Demnach ist es von Nutzen, dieses Volum zu be-

rechnen, um den Zeitpunkt zu bestimmen, zu welchem man die Ventilation beginnen muß. Diese Luft wird immer nützlich verwendet, vorausgesetzt daß die, welche zur Respiration gedient oder in Berührung mit dem Körper gestanden hat, da sie auf einer 30° nahe stehenden Temperatur ist, sich zu erheben sucht. Es entstehen alsdann doppelte Strömungen, welche nach und nach alle Luftschichten herabdrücken.

In der französischen Deputirtenkammer würde das Volum des Saals, welches höchstens 400 Kubikmeter beträgt, bei zahlreichen Sitzungen kaum eine halbe Stunde hinreichend sein.

Wenn die Zimmer mit Heizapparaten versehen sind, welche durch die Zimmerluft gespeis't werden müssen, so muß man das Luftvolum, welches diese Apparate erfordern, nicht berücksichtigen, wenn es geringer als das zur Respiration nöthige ist, weil dieselbe Luft, welche schon zur Respiration gedient hat, auch die Verbrennung speisen kann. Wenn aber das von der Esse des Herdes verbrauchte Luftvolum größer als das zur Respiration erforderliche ist, so muß das Ansaugen des Herdes wohl berücksichtigt werden. Es ist dies fast immer der Fall, wenn die Zimmer durch die Strahlung des Brennmaterials erwärmt werden, wie sich weiter unten zeigen wird.

Im Vorhergehenden haben wir nicht von der Luftreinigung solcher Räume gesprochen, welche durch offene Herde erwärmt werden und welche die Producte der Verbrennung selbst in die Räume strömen lassen, wie dies in einigen Theilen von Spanien sowie in einigen Bergstädten der Fall ist, weil diese Heizmethode so ungesund ist, daß sie verboten werden muß, nicht allein wegen der Kohlensäure, welche sich in der Luft verbreitet, sondern besonders wegen des Kohlenoxyds, welches sich unter diesen Umständen stets bildet und dessen Wirkung ungleich schädlicher als die der Kohlensäure ist.

Wärme, welche von der Respiration hervorgebracht worden ist.

Bei dem Acte der Respiration wird ein gewisser Theil von dem Sauerstoffe der Luft auf Kosten eines Theils von dem

Kohlenstoffe im Blute in Kohlensäure verwandelt. Diese Verbrennung entwickelt Wärme, und zwar ist die hervorgebrachte Wärmemenge dieselbe wie die, welche aus der Verbrennung eines Gewichts an Kohlenstoff gleich der dem Blute entnommenen hervorgebracht worden sein würde. Demnach enthält also jedes Individuum einen wirklichen Ofen, in welchem fortwährend eine gewisse Quantität Kohlenstoff verbrennt. Die Menge des in einer Stunde durch die Respiration verbrannten Kohlenstoffs beträgt etwa 10 Grammen, weshalb die in derselben Zeit entwickelte Wärmemenge gleich $0{,}010 \times 7300 = 73$ Wärmeeinheiten betragen würde.

Diese Wärmemenge wird durch Strahlung und Berührung den umgebenden Körpern mitgetheilt; ein großer Theil aber wird zur Bildung des Dampfes der Haut-Transpiration und desjenigen verwendet, welcher sich in der aus den Lungen hervorkommenden Luft befindet; und da dieser Dampf sich nicht verdichtet, da er mit der Ventilationsluft aufgelös't fortgeführt wird, so kann die in ihm enthaltene Wärme nicht zur Erwärmung der umgebenden Körper angewendet und muß von der ganzen Summe abgezogen werden. Nun sahen wir aber schon, daß man annehmen dürfe, die durch die Transpiration hervorgebrachte Dampfmenge betrage im Durchschnitt 38 Grammen. Alsdann beträgt die zur Erwärmung der Luft und der umgebenden Körper angewendete Wärme nur $73 - 0{,}038 \times 650 = 48$ Einheiten.

Es ist wichtig, zu bemerken, daß die durch die Respiration gegebene Wärmemenge bedeutender ist als die, welche die zur Ventilation nöthige Erwärmung der Luft erfordert. Nehmen wir an, daß die äußere Luft 0^{0} betrage und daß sie bis auf 20^{0} erwärmt worden sei, so wird die in einer Stunde verbrauchte Wärmemenge $6 \times 1{,}3 \times 20 : 4 = 39$ betragen. Wenn daher mehrere Personen in einem Zimmer befindlich sind, dessen Wände 20^{0} Wärme haben und sich nicht abkühlten, so könnte bei einer äußern Temperatur von 0^{0} die der innern Luft wegen der thierischen Wärme 20^{0} bleiben, selbst wenn man eine Ventilation von fast 8 Kubikmetern auf das Individuum und für die Stunde annimmt.

Von der Ventilation oder Lüftung im allgemeinen.

Die Ventilation ist die Erneuerung der Luft eines bestimmten Ortes. Der zu lüftende Raum ist stets mit zwei Oeffnungen versehen, die eine zur Einführung der atmosphärischen Luft, die andere zur Entleerung der innern. In Wohnzimmern, Werkstätten, Hospitälern, Schauspielsälen und dergleichen mehr ist die Lüftung unerläßlich, indem die dort befindliche Luft durch die Respiration verdorben wird. An manchen Orten, besonders in Werkstätten und sonstigen Räumen der Art, tragen aber auch manche andere schädliche Emanationen zum Verderben der Luft bei.

Die Lüftung wird oft auf eine natürliche Weise bewirkt; sie kann aber auch durch die Wärme oder durch eine mechanische Wirkung hervorgebracht werden. Wir wollen diese dreierlei Arten der Ventilation nach einander untersuchen.

Natürliche Ventilation. — Wenn die atmosphärische und die unsere Wohnungen erfüllende Luft genau gleiche Temperatur hätten, so würde die Luft überall unbeweglich sein; allein die täglichen Temperaturveränderungen veranlassen Strömungen, die sich bald in der einen, bald in der andern Richtung bewegen. Nehmen wir ein Zimmer an, welches mit einer mehr oder weniger hohen Esse versehen ist und in welches die äußere Luft durch die Thür- und Fensterfugen eindringen kann. Das Zimmer und sein Kamin können als ein Canal betrachtet werden, der aus zwei Armen besteht, einem horizontalen und einem verticalen, der aber an beiden Enden offen ist. Nun wird nach dem, was wir vorher sahen, die Luft, wenn sie im Canale wärmer als die der Atmosphäre ist, oben ausströmen, dagegen aber unten, wenn ihre Temperatur niedriger ist als die der umgebenden. Im allgemeinen ist im Sommer die Temperatur der Zimmerluft geringer als die äußere am Tage und höher als die des Nachts. Demnach dringt am Tage die atmosphärische Luft am höchsten Punkt ein und strömt am niedrigsten aus, und das Entgegengesetzte findet des Nachts statt. Im Winter, wo die Zimmerluft gewöhnlich weit höher temporirt ist als die äußere, strömt sie stets durch die obere Oeffnung aus.

Man kann sich leicht Rechenschaft von dem geben, was in einem senkrechten Canale vor sich geht, der mit der äußern Luft nur durch eine einzige Oeffnung in Verbindung steht. Da im Winter die Luft auf dem Boden eines Brunnens oder Schachtes weit wärmer als auf der Oberfläche ist, so werden nothwendig zwei Strömungen entstehen, welche die Luft mehr oder weniger schnell herstellen können. Fände auf dem Boden des Canals eine Kohlensäure-Entwickelung statt, so würde die Bewegung verzögert werden oder könnte selbst aufhören; entwickelte sich dagegen Kohlenwasserstoff, so würde sie zunehmen. Im Sommer dagegen, wo die Temperatur an der Oberfläche des Bodens im allgemeinen höher als am tiefsten Punkte des Canals ist, würden keine Strömungen veranlaßt werden, und die Erneuerung der Luft fände nicht mehr statt. Entwickelte sich Kohlensäure, so würde dadurch offenbar dieselbe Wirkung hervorgebracht werden wie durch eine Temperatur-Verminderung; eine Kohlenwasserstoffgas-Entwickelung würde als eine Temperatur-Zunahme wirken, und Wasserdampf würde denselben Effect haben.

Sehen wir jetzt, was sich in einem Canal ereignen würde, der in irgend einer mehr oder minder beträchtlichen Tiefe in den Boden eingegraben ist und dessen beide Enden sich in verschiedenen Höhen an der Oberfläche des Bodens öffnen.

Man weiß, daß in einer geringen Tiefe die Bodentemperatur nicht an den täglichen Veränderungen der Lufttemperatur theilnimmt, daß der Einfluß der jährlichen Temperatur-Veränderungen der Luft auf die der Erdschichten sehr schnell mit ihrer Tiefe abnimmt, daß er bei 25 bis 30 Meter Tiefe gänzlich verschwindet, daß von dieser Grenze aus die Temperatur einer jeden Schicht unveränderlich bleibt und in dem Maße zunimmt, je tiefer die Schichten liegen, ungefähr um 1° auf 25 bis 30 Meter, und endlich daß die Temperatur der ersten Schicht bei constanter Temperatur die der Bodenoberfläche ist. Es erfolgt daraus, daß die Wände der großen unterirdischen Räume im Winter meistens weit wärmer sind als die Luft an der Bodenoberfläche, und daß bei denen, die keine große Tiefe haben, die Temperatur-

Differenz nach den Jahreszeiten, und selbst nach den Tageszeiten, sich merklich verändern kann.

Man sieht demnach leicht ein, daß, wenn der fragliche Canal in einer großen Tiefe liegt und weil die Temperatur seiner Wände im Winter höher als die der Luft und im Sommer kälter als dieselbe ist, im Sommer die atmosphärische Luft durch die oberste Oeffnung in den Canal dringen muß, um durch die niedrigste Oeffnung wieder auszuströmen, und daß im Winter das Entgegengesetzte stattfindet.

Liegen beide Oeffnungen im gleichen Niveau, so wird ein Gleichgewicht erfolgen; es wird aber nur in dem Falle stabil sein, in welchem die Luft des Canals kälter als die atmosphärische ist; im entgegengesetzten Falle, wenn das Gleichgewicht unterbrochen sein wird, muß die Bewegung in derselben Richtung fortfahren. Nehmen wir zuvörderst an, daß die Luft in dem Canale eine weit höhere Temperatur als die atmosphärische habe, so wird, sobald die Bewegung begonnen hat, derjenige Theil des Canals, in welchen die atmospärische Luft eingedrungen ist, eine geringere aufsteigende Kraft haben als der andere und die Bewegung wird sich fortsetzen, obgleich die Luft auf ihrem Wege nach und nach die Temperatur der Umgebung annimmt. Wenn aber die Luft des unterirdischen Canals eine niedrigere Temperatur hat, so ist es offenbar, daß, wofern die äußere Luft in einen von den Armen des Canals dränge, der ursprüngliche Zustand sich wieder herzustellen suchen und sich nach mehreren schwankenden Bewegungen wirklich herstellen würde.

Wenn der unterirdische Canal, statt die Form eines umgekehrten Hebers zu haben, eine entgegengesetzte Richtung hätte, d. h. wenn der horizontale Canal, der die beiden senkrechten Arme vereinigt, höher wäre als die beiden Enden, welche mit der Luft durch zwei kurze horizontale Canäle in Verbindung stehen (eine nur in einem Gebirge auszuführende Einrichtung), so würde offenbar in allen Fällen das Entgegengesetzte von dem stattfinden, was wir von einem heberartigen Canale gesagt haben. Wenn demnach die Canalluft kälter als die äußere war, so würde sie durch die untere Oeffnung ausströmen; wäre sie aber

wärmer, durch die obere; und wenn beide Oeffnungen in gleicher Höhe lägen, so würde das Gleichgewicht nur dann stabil sein, wenn die Luft im Canale wärmer als die atmosphärische wäre.

Bei den beiden verschiedenen Formen des Canals, und wenn die beiden Oeffnungen nicht in gleicher Höhe liegen, kann man die Ausströmungsgeschwindigkeit durch den Calcul bestimmen, wenn man die Temperatur der Luft in den verschiedenen Theilen des Canals kennt. Allein es lassen sich diese Temperaturen nicht von der atmosphärischen Luft noch von denen der verschiedenen Punkte der Canalwände ableiten, weil die den Canal durchströmende Luft deren Temperatur nicht augenblicklich annimmt und weil die Differenz mit dem Durchschnitte des Canals sowie mit der größern oder geringern Leitungsfähigkeit des Gebirges abnimmt.

Es würde demnach unmöglich sein, die Dimensionen eines Canals so zu berechnen, daß bei einem gegebenen Zustande der Luft und bei den ebenfalls gegebenen Temperaturen der verschiedenen Erdschichten eine bestimmte Wirkung hervorgebracht werden könnte.

Ventilation durch die Wärme. — Durch die Wärme kann man die Ventilation auf zweierlei Weise hervorbringen: 1) daß man die ausströmende und 2) daß man die einströmende Luft erwärmt. Diese letztere Art der Ventilation wird in dem Falle angewendet, in welchem die verdorbene Luft durch warme ersetzt werden muß, und wenn der zu ventilirende Raum in einer bedeutenden Höhe liegt, oder wenn die warme Luft aus dem obern Theile des Raumes ausströmt. Diese Lüftungsart ist vorzüglich bei der Ventilation der Säle im Gebrauch, in denen sich sehr viele Personen vereinigen, sowie auch in manchen schlecht angelegten Trockenanstalten.

Rücksichtlich der Ventilation durch die Erwärmung der Luft bei ihrem Ausströmen muß man zwei Fälle unterscheiden: 1) wenn die Luft die Verbrennung speisen kann; 2) denjenigen, bei welchem die Verbrennung durch die äußere Luft stattfinden kann.

Lüftungs- oder Saugessen, in welchen die an-

gezogene Luft die Verbrennung speisen kann. — Dieser Fall kommt häufig vor, denn es ist derjenige, in welchem die Luft noch nicht verdorben genug war, um nicht mehr zur Verbrennung benutzt werden zu können, und in welchem der zu lüftende Raum noch kein explodirendes Gemenge enthält. Beide Bedingungen finden in den Wohnungen statt.

In dem vorliegenden Falle wird der Lüftungsherd stets von einem Theil der angesogenen Luft gespeis't. Soll die Ventilation nur gering sein, so ist es hinreichend, in der Esse eine Lampe mit doppeltem Luftzug anzubringen. Soll aber die Ventilation wirksam sein, so wendet man stets einen Herd an, der mit einem festen Brennmaterial gefeuert wird. Da aber das Brennmaterial nur einen Theil der Oberfläche des Rostes einnehmen muß, indem sonst die Temperatur der Luft in der Esse zu hoch sein und das Ansaugen zu viel Brennmaterial erfordern würde, so kann eine solche Einrichtung nur bei leicht brennbarem Brennmaterial angewendet werden. Außerdem würde sie den Nachtheil haben, den Querschnitt der Esse durch die Roststäbe zu sehr zu verengen.

Die Höhe einer Lüftungsesse hat einen großen Einfluß auf die hervorgebrachte Wirkung, wenigstens wenn der Lüftungscanal sehr lang ist oder wenn die angesogene Luft durch irgend eine Ursache einen großen Widerstand erleidet; denn alsdann ist die Ausströmungsgeschwindigkeit fast proportional der Quadratwurzel der Höhe.

Die bedeutenden Zunahmen der Temperatur der ausgeströmten Luft veranlassen jedoch nur geringe Verstärkungen des Zuges, während der Brennmaterialien-Verbrauch nach einem sehr schnell steigenden Gesetze zunimmt. Aus einem Temperatur-Ueberschusse von:

30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, 100°

sind die angesogenen kalten Luftmengen proportional den Zahlen:

4,93; 5,51; 5,98; 6,33; 6,66; 6,92; 7,15; 7,55.

Die verbrauchten Wärmemengen sind proportional einer jeden

von diesen Zahlen, multiplicirt mit dem Temperatur-Ueberschusse, d. h. also den Zahlen:

147; 220; 299; 381; 466; 484; 558; 641; 755.

Es nimmt demnach von 30° bis 100° der Zug in dem Verhältnisse von 1 zu 1,5 zu, während der Brennmaterialien-Verbrauch sich von 1 zu 5 vermehrt. Die höchste Wirkung würde daher, wie wir schon gesagt haben, bei 300° stattfinden.

Man sieht demnach, daß es stets wichtig ist, sehr hohe und sehr weite Lüftungsessen anzuwenden, um die Luft nur wenig zu erwärmen. Die Lüftungs-Kamine sind selten höher als 30 Meter.

Man hat bei den Lüftungs-Kaminen zwei gleich wichtige Fragen zu lösen: 1) die Wirkung zu bestimmen, welche durch einen im Betriebe stehenden Apparat hervorgebracht worden ist; 2) die Dimensionen einer Lüftungsesse und die Brennmaterialien-Menge zu bestimmen, die zur Hervorbringung eines gegebenen Effects verzehrt werden muß. Wir wollen uns zuvörderst mit der ersten Frage beschäftigen; sie kann auf mehrfache Weise gelös't werden.

Man kann zuvörderst direct die hervorgebrachte Wirkung messen, indem man die mittlere Geschwindigkeit der Luft in irgend einem Querschnitte des Canals, vor oder hinter dem Herde, beobachtet. Versuche dieser Art lassen sich sehr leicht mit dem bekannten Anemometer des Herrn Combes ausführen. Es ist diese Art, den Nutzeffect einer Lüftungsesse zu messen, bei jeder Gestalt des Canals anwendbar, vorausgesetzt daß sein Durchschnitt nicht zu klein ist und die Geschwindigkeit der Luft wenigstens 0,25 Meter beträgt, und sie ist die beste und sicherste; wir wollen jedoch noch andere, minder genaue Mittel angeben, die beim Mangel eines Anemometers anzuwenden sind.

Man gelangt zu einer annähernden Schätzung des Verbrauchs von der Lüftungsesse, wenn man das Gewicht des in der Stunde verbrannten Brennmaterials und das Verhältniß n des in der Luft der Esse enthaltenen freien Sauerstoffs kennt. Bezeichnet man das Luftvolum, welches zur Verbrennung von einem Kilo-

gramme des Brennmaterials durchaus nothwendig ist, mit v, und das Luftvolum, welches durch die Verbrennung jeder Kilogramme des Brennmaterials angesaugt worden ist, mit V, so erhält man offenbar:

$$n = \frac{V \times 0{,}21}{V + v}; \text{ demnach } V = \frac{n\,v}{(0{,}21 - n)}.$$

Da das Gewicht des in der Stunde verbrannten Brennmaterials durch P dargestellt ist, so wird das ganze Volum der in derselben Zeit angesaugten Luft sein $P n v : (0{,}21 - n) + P v$. Allein diese Methode erfordert eine zu große Genauigkeit in der Schätzung von n; denn n ist sehr wenig von 0,21 verschieden, und ein geringer Fehler bei ihrem Werthe würde einen sehr großen bei dem von V hervorbringen; nimmt man z. B. $v = 9$ für $n = 0{,}20$, so hat man $V = 180$; und für $n = 205$, so würde man für $V = 369$ haben. Es kann also diese Methode nicht mit Sicherheit angewendet werden.

Man könnte auch die von einer Lüftungsesse hervorgebrachte Wirkung annähernd berechnen, wenn man das Gewicht des in einer Stunde verbrauchten Brennmaterials und die mittlere Temperatur der Luft in der Esse kennt. Bezeichnen wir das Gewicht des in einer Stunde verbrannten Brennmaterials mit P, die Temperatur der Luft in der Esse mit t und das ganze Gewicht der eingesaugten Luft mit x, so wird die Menge der entwickelten Wärme 7500 P sein, und man wird haben:

$$4 \times \frac{7500\,P}{x} = t; \text{ deshalb } x = \frac{4 \times 7500\,P}{t} = \frac{30000\,P}{t}.$$

Diese Formel setzt eine sehr gute Steinkohle voraus; da man aber in den Lüftungsessen im allgemeinen nur schlechte Kohlen verbrennt, so wird man ein näheres Resultat erlangen, wenn man für P das Gewicht des angewendeten Brennmaterials, vermindert um das der Rückstände, anwendet.

Man würde auch dahin gelangen, den Luftverbrauch in einer Lüftungsesse bestimmen zu können, wenn man die Dimensionen des Canals und den Brennmaterial-Verbrauch kennte. Bezeichnen wir mit s den Essendurchschnitt, mit t den Temperaturüberschuß der Luft in der Esse über den der äußern Luft, mit v

die Ausströmungs-Geschwindigkeit und mit m die in der Secunde hervorgebrachte Wärmemenge. Das in der Secunde ausgeströmte Volum der warmen Luft würde vs sein; sein Gewicht würde $vs \times 1{,}3 : (1 + at)$ sein, und die Menge der erforderlichen Wärme, um dieses Luftgewicht auf t^0 zu erheben, würde sein

$$vs \times 1{,}3 \times t : 4\,(1 + at);$$

demnach würden wir haben:

$$m = \frac{vst \times 1{,}3}{4\,(1 + at)};\ \text{deshalb}\ t = \frac{4m}{1{,}3\,vs - 4am}. \qquad (1)$$

Bezeichnet man mit L die Länge des Canals, indem man annimmt, daß sein Durchschnitt constant oder dem der Esse gleich sei, welches denselben Widerstand, wie die wirkliche Circulation darbieten würde, und indem man annimmt, daß die Reibung dieselbe sei wie in einer Röhre von gebranntem Thone, so werden wir, wenn A die Höhe und D die Seite des Kamines sind, haben:

$$v = 8{,}85 \sqrt{\frac{HatD}{L + 4D}}. \qquad (2)$$

Die Gleichungen (1) und (2) können alsdann zur Bestimmung der beiden Unbekannten t und v dienen. Läßt man für D im Verhältniß zu L unberücksichtigt, so geben sie:

$$v^2 = \frac{(8{,}85)^2 \times HaD \times m}{L\,(1{,}3\,vs - 4am} = \frac{1{,}1748 \times H \times Dm}{L\,(1{,}3\,vs - 0{,}0146\,m)},$$

woraus folgt:

$$v^2\,(v - \frac{0{,}0112\,m}{s} = \frac{0{,}903\,HDm}{Ls}. \qquad (3)$$

Läßt man zuvörderst den zweiten Ausdruck des ersten Gliedes der Gleichung (3) unberücksichtigt, so wird man einen ersten Werth von v erhalten, welcher, in dem zweiten Factor des ersten Gliedes der Gleichung substituirt, einen zweiten nähern Werth geben wird. Man setzt diese Methode des Calculs fort, bis daß die beiden auf einander folgenden Werthe um weniger als **0,01** verschieden sind.

Wir wollen z. B. annehmen, daß die Lüftungsesse **20** Meter hoch sei, **1** Meter im Querschnitt habe, daß der Canal **600** Meter lang sei und daß der Steinkohlenverbrauch **10** Kilogr. in der Stunde betrage:

$$s = 1;\ D = 1;\ L = 600;\ H = 20;$$

und $$m = \frac{7500 \times 10 - 21}{3600};$$

so wird man nach und nach für v die folgenden Werthe erhalten:

$$0{,}84;\ 1{,}02;\ 0{,}90;\ 0{,}97;\ 0{,}93;\ 0{,}95;\ 0{,}95.$$

Demnach wird der Verbrauch in der Secunde 0,95 Meter und in der Stunde 0,95 Met. $\times$ 3600 = 3420 Meter, in der Temperatur von t^0, sein. Die Gleichung (1) giebt $t = 90^0$.

Ebenso kann man aus diesen Formeln die Temperatur ableiten, zu welcher man die Luft in Folge des Brennmaterial-Verbrauchs erheben muß, um die Ansaugung eines gegebenen Luftvolums V zu erhalten. Da das Volum der ausströmenden warmen Luft durch vs dargestellt ist, so hat man:

$$V = vs : (1 + at) = 8{,}85 \times s \sqrt{\frac{H a t D}{L (1 + at)^2}},$$

eine Gleichung, der man die Gestalt $(1 + at)^2\ V^2 = nt$ geben kann, indem man mit $n\ (8{,}85)^2 \times s^2 \times HaD : L$ bezeichnet und welches den gesuchten Werth t geben wird.

Lüftungskamine, bei denen die angesaugte Luft den Herd nicht zu speisen braucht. — In gewissen Fällen kann es durchaus nichts Nachtheiliges haben, den Rauch mit der angesaugten Luft zu vermengen, oder es kann das Gemenge nicht möglich sein. Dieser letztere Fall zeigt sich, wenn die angesaugte Luft explodirende Gemische enthält, oder wenn es gefährlich sein würde, daß durch die Einwirkung der Winde die mit Rauch vermengte Luft in die Zimmer zurückträte.

Wenn der Rauch mit der angesaugten Luft vermengt werden kann, so ist eine Einrichtung die einfachste und zweckmäßigste, wobei der Herd seitwärts angebracht ist und der Rauch verdunstet sich unmittelbar in die Esse begiebt.

Alles, was wir in Beziehung auf die Lüftungsessen gesagt haben, deren Herde durch die angesaugte Luft gespeis't sind, würde auch auf den jetzt zu untersuchenden Fall anwendbar sein, vorausgesetzt daß das angesaugte Luftvolum stets sehr groß im Verhältniß zu dem ist, welches zur Verbrennung angewendet

wird. Es ist selten, daß das erste Volum das zweite nicht zwanzigfach übersteige; daraus folgt, daß die Temperatur der Gase in der Esse selten 5° übersteigt.

Es bleibt nun endlich der Fall zu untersuchen übrig, nach welchem die aus dem Herde ausströmenden Gase nicht mit der angesaugten Luft vermengt werden dürfen. Man muß alsdann, um die Luft in der Esse zu erwärmen, ähnliche Einrichtungen wie bei den Luftwärmöfen anwenden. In dem einen derselben liegt der Herd seitwärts und die verbrannte Luft strömt in einer in der Esse angebrachten Röhre aufwärts. Bei einer andern Einrichtung ist es die angesaugte Luft, welche sich in der in der Esse angebrachten Röhre erhebt. Jedoch würde man bei beiden Einrichtungen viel Brennmaterial unnütz verbrennen, weil die Heizoberflächen eine zu geringe Ausdehnung haben würden, und weil die zu erwärmende Luft in derselben Richtung wie der Rauch strömt, so würde sehr wenig Wärme durchgelassen werden. Herr Péclet beschreibt in seinem Werke sehr viele Apparate dieser Art.

Alle für den Fall, daß die angesaugte Luft das Brennmaterial speis't, angegebenen Berechnungen sind auch für die vorliegenden Fälle anwendbar, wenn man die Brennkraft der Brennmaterialien um $^1/_{16}$ vermindert.

In allen Lüftungsessen, welche durch die verbrannte Luft erwärmt werden, wende man nun die angesaugte Luft zur Verbrennung des Brennmaterials an oder nicht, haben die Winde, da die Luftströmungs-Geschwindigkeit des Rauches gering ist, einen großen Einfluß und es ist daher unerläßlich, den obersten Theil der Kamine mit einem Apparate zu versehen, welcher den Zug der Einwirkung der Winde entzieht, oder besser mit einem der weiter unten beschriebenen Apparate, durch welche der Wind zur Vermehrung des Zuges mitwirkt.

Unter gewissen Umständen kann man die Ventilation durch die Aschenkästen der Oefen bewirken. Diese Art der Ansaugung ist sicher die älteste von allen; denn es ist die der Hausschornsteine und der Stubenöfen. Allein sie hat das Nachtheilige, auf 20 Kubikmeter Luft auf die Kilogramme der verbrannten Stein-

kohle beschränkt zu sein, wenn die Herde eine solche Einrichtung haben, daß sie die höchste Wirkung hervorbringen. Dieser Zug kann unter gewissen Umständen hinlänglich sein, z. B. wenn die Herde auch zu andern Zwecken als zur Heizung der Luft angewendet werden und sie eine große Brennmaterialien-Menge gebrauchen, oder wenn die Ventilation nicht sehr bedeutend zu sein braucht. Diese Art des Ansaugens kann jedoch angewendet werden, wenn der Herd schon zu einem andern Zwecke dient, vorausgesetzt daß der Rost zum Theil offen bleibt und daß die Canäle so wie die Essen einen hinreichenden Durchschnitt haben. Man würde aber so viel Wärme verbrauchen wie für einen besondern Herd zur Ansaugung und mit gewissen Brennmaterialien würde die geringe Temperatur des Herdes einen großen Wärmeverlust verursachen.

Die Ventilation kann auch durch eine Maschine oder durch die unmittelbare Einwirkung des Dampfes hervorgebracht werden. Erfordert die Ventilation nicht eine große Geschwindigkeit der Luft in der Ansaugesse, so können alle Arten der Ventilation angewendet werden. Wenn aber die zu verbrauchende Arbeit unbeträchtlich, wenn sie geringer als die ist, zu welcher man eine Dampfmaschine errichten könnte, so muß die Ventilation durch die Wärme vorgezogen werden, da sie eine dauernde Wirkung hat, da die Apparate einfach sind und da es wenig Vortheil gewähren würde, die unmittelbare Wirksamkeit von Menschen oder Thieren anzuwenden. Befände sich aber eine Dampfmaschine in der Nachbarschaft, so würde es weit vortheilhafter sein, die Ventilation mittelst eines Ventilators mit Centrifugalkraft zu bewirken.

Ist die Arbeit, welche die Ventilation erfordert, sehr bedeutend, so ist in den meisten Fällen die Anwendung von durch Dampf bewegten Maschinen weit vortheilhafter als die Anwendung von Essen. Jedoch ist der Vortheil um so geringer, je höher die Essen sein müssen. Zum Ventiliren der Wohnungen ist der Ventilator mit Centrifugalkraft, mit ebenen Flügeln und excentrischem Mantel wegen seiner Einfachheit und des wenigen Platzes, den er einnimmt, allen übrigen Methoden vorzuziehen.

Wärmemengn, welche durch die Fensterscheiben und durch die Mauern der Wohnungen durchgelassen werden.

Nehmen wir einen Raum an, der von allen Seiten durch Fenster und durch gleich starke Mauern umschlossen, und daß durch irgend eine Heizmethode die innere Luft auf einer constanten Temperatur erhalten werde, die höher als die äußere ist; wenn im Anfange der Heizung die Mauern die äußere Temperatur haben, so werden sie sich nach und nach erwärmen und nach einer längern oder kürzern Zeit wird jeder Punkt eine Temperatur erlangt haben, die constant bleiben wird, so lange die innern und äußern Temperaturen nicht verschieden sind. In diesem Augenblick ist die Verbindung hergestellt, ein constanter Wärmestrom geht durch die Wand, und man darf die innere Temperatur der Mauern als der der innern Luft wesentlich gleich ansehen.

Bezeichnet man die innern und äußern Temperaturen mit t und t′, so wird bei einer Differenz um nur wenige Grade die Wärmemenge, welche in jedem Augenblick ausströmt, t — t′ proportional sein, und die Menge, welche in der Stunde und auf das Quadratmeter von der Mauer ausströmt, wird gleich sein:

$$\frac{KC\,(t - t')}{Ke + C}. \qquad (1)$$

Kennt man daher die Leitungsfähigkeit C der die Mauer bildenden Materialien, die Durchlassungsfähigkeit K, ihre äußere Oberfläche, die Ausdehnung der innern Oberfläche und die Differenz der innern und äußern Temperaturen, so kann man leicht die Wärmemenge berechnen, welche in der Stunde von innen nach außen durchgelassen wird.

Da die zweckmäßigste Temperatur von Wohnzimmern **15°** sind, so ist es bei der Annahme einer äußern Temperatur von **— 5°** hinreichend, die Heizung für eine Differenz von **20°** zu berechnen.

Bestehen die Mauern aus behauenen Steinen, so nimmt man **K = 9**, **C = 0,8**, **t — t′ = 20**: so findet man, daß bei Mauerstärken von **0,20**; **0,30**; **0,40**; **0,50**; **0,60** Meter die

Mengen der Wärmeeinheiten, die auf das Quadratmeter und in der Stunde durchgelassen sind, betragen:

55, 41, 32, 27 und 23.

Beständen unter denselben Umständen die Mauern aus Ziegelsteinen, so würden die durchgelassenen Wärmemengen sein:

45, 33, 25, 21 und 18.

Die durchgelassenen Wärmemengen würden selbst etwas geringer sein als die gefundenen, indem die innern Oberflächen fast stets eine geringere Temperatur als die Luft haben; allein da die Differenz im allgemeinen sehr gering ist, so nehmen wir keine Rücksicht darauf.

Was nun die Fenster betrifft, so darf man nicht annehmen, daß ihre innern Oberflächen die Temperatur der Mauern haben, sondern es ist die Differenz sehr bedeutend. Zur Bestimmung der durch die Fenster durchgelassenen Wärmemengen wendete Herr Péclet ein Gefäß von Weißblech an, welches aus zwei concentrischen Halbcylindern bestand und deren Durchmesser und Höhen um 0,06 Meter differirten. Die Ränder beider Mäntel waren durch einen Streifen Weißblech verbunden. Inwendig war das Gefäß mit weißem Papier bedeckt und sein oberer Theil enthielt mehrere Oeffnungen, wodurch Thermometer und Umrührer gesteckt werden konnten. Das Gefäß wurde mit warmem Wasser gefüllt und man beobachtete die Dauer der Abkühlung um eine gleiche Anzahl von Graden, wenn der innere Raum des Gefäßes von einem andern Gefäße von gleicher Gestalt und von gleichen Dimensionen geschlossen war, welches Wasser von derselben Temperatur enthielt, und wenn dieser Raum durch eine oder durch mehrere mehr oder weniger von einander entfernte Glasscheiben geschlossen war. Der erste Versuch gab die Wärmemenge an, welche durch die äußere Oberfläche des Gefäßes durchgelassen war, die übrigen die Summe der Wärmemengen, welche durch die äußere Oberfläche des Gefäßes und die mit Glasscheiben versehenen Rahmen, welche den Raum verschlossen, durchgelassen wurden. Es war alsdann leicht, die Wärmemengen zu berechnen, welche durch die Rahmen und die Scheiben durchgelassen worden waren, indem man die durch die Rahmen gegangene

und durch andere Versuche bestimmte Wärme davon abzog. Wir theilen hier die Resultate dieser Versuche mit.

Wärmemengen, welche durch das Quadratmeter in der Stunde und bei einer Temperaturdifferenz von 1° zwischen der äußern und innern Luft hindurchgelassen werden.

Eine Fensterscheibe allein		3,66
Eine Scheibe, im Innern mit einem leichten Mousselin bedeckt		3
Zwei Scheiben,	0,04 Meter von einander entfernt	1,70
do.	0,02 „ „ „	1,70
do.	0,05 „ „ „	2
do.	die mit einander in Berührung stehen	2,5.

Bezeichnet man daher die Maueroberfläche eines der freien Luft ausgesetzten Zimmers mit S, die Oberfläche der Fenster mit S′ und den größten Temperaturunterschied, welcher in der kältesten Jahreszeit herrschen kann, mit t, und behält man die schon angewendete Bezeichnung bei, so wird die ganze durchgelassene Wärmemenge und die von den Wärmeapparaten gelieferte sein:

$$St \times \frac{KC}{Ke + C} + 3{,}7\, S't. \qquad (2)$$

Da aber kein Wärmeapparat, selbst der mit warmem Wasser, permanent heizt, so müßte man sich wohl hüten, dessen Dimensionen nach den erlangten Zahlen zu bestimmen; denn alle müssen einen Ueberschuß von Heizvermögen haben, um das in der Nacht in wenigen Stunden Verlorene wiederherzustellen.

Nehmen wir z. B. eine Mauer an, die 0,33 Meter stark ist, deren innere Oberfläche 20° hat und deren andere mit Luft von 0° in Berührung steht. Wenn das Gleichgewicht hergestellt ist, so hat die äußere Oberfläche eine Temperatur $t' = Ct : (Ke + C)$, die nach dem obigen Zustande gleich 4 ist. Da die Dichtigkeit der Steine fast 2 und ihre specifische Wärme fast 0,2 ist, so beträgt die in jedem Quadratmeter von der Mauer eingeschlossene Wärmemenge $330 \times 2 \times 0{,}2 \times 12 = 1584$ Wärmeeinheiten. Hätte die Mauer 0°, so würde man nie dahin

gelangen, sie bis zu dem Punkte zu erwärmen, der einer innern Temperatur von 20° entspricht, wenn man nicht der innern Oberfläche die Wärmemenge giebt, welche die äußere Oberfläche verlieren würde, sobald das Gleichgewicht hergestellt worden wäre, wegen der fortwährenden Verluste, die während des Heizens stattfinden. Es bedürfte selbst einer sehr langen Zeit, ehe sich die Temperatur der innern Oberfläche 20° näherte; denn der Verlust während der Herstellung des Gleichgewichts würde nur 37 Einheiten betragen, und wenn man annimmt, daß während der Erwärmung der Mauer kein Verlust stattfindet und daß diese Erwärmung gleichförmig erfolgte, so bedürfte man mehr als 42 Stunden, um der Mauer diejenige Wärmemenge mitzutheilen, welche sie enthalten kann. Da aber das Aussetzen der Heizung nur während der Nacht stattfindet, so haben die Mauern nie Zeit, sich vollständig abzukühlen, und es braucht daher jede Heizung nur einen Theil der Wärme zu liefern, welche sie enthalten müssen.

Die sich bei der Abkühlung der Mauern durch ihre äußern Oberflächen und durch die Fenster erzeugenden Erscheinungen so wie die, welche ihre Erwärmung darbietet, sind sehr verwickelt, und es würde sehr schwer sein, den während der Nacht hervorgebrachten Wärmeverlust sowie auch die Dauer der Wiedererwärmung am Morgen mit Apparaten von einer gegebenen Kraft zu berechnen. Man muß sich in dieser Beziehung gänzlich auf die Erfahrung verlassen.

Herr Péclet theilt folgende Resultate von Beobachtungen mit, die er bei mehreren sehr gut eingerichteten Dampfheizungen gemacht hat und die mit den von sehr guten Architekten befolgten praktischen Regeln übereinstimmen. Bei intermittirenden Heizungen und bei Mauerstärken von 0,33 bis 0,35 Meter muß man die Wirksamkeit der Heizapparate so berechnen, daß fast 70 Wärmeeinheiten in der Stunde und auf das Quadratmeter Mauer und etwa 80 Einheiten auf das Quadratmeter Fenster kommen, wenn die höchste Temperaturdifferenz der innern und der äußern Luft 21° beträgt. Bei einer andern höchsten Temperaturdifferenz würden diese Zahlen in dem Verhältnisse dieser

Differenz mit 21 stehen. Mit diesen Heizoberflächen könnte die des Nachts verlorene Wärme den Morgen in drei bis vier Stunden wiederhergestellt sein.

Hätten die Mauern andere Stärken, so würde es sehr schwer sein, vorherzusehen, in welcher Art der Verlust während der Nacht variiren könnte; denn wenn die Stärke geringer, so ist die Temperatur der äußern Oberfläche größer; allein sie nimmt rascher ab, und bei einer stärkern Mauer findet das Entgegengesetzte statt. Nach allen gemachten Beobachtungen können die bei 0,33 Meter starken Mauern zweckmäßig in Zahlen für Mauern von 0,25 bis 0,50 Meter Stärke angewendet werden.

Bei Warmwasser-Heizungen mit Niederdruck kann man sich auf die angegebenen Heizoberflächen beschränken.

Unter den gewöhnlichen Umständen und mit den gewöhnlichen Unterbrechungen bei der Dampf- oder Warmwasser-Heizung kann man annehmen, daß der Wärmeverlust während der Nacht fast gleich $^1/_3$ des Wärmeverlustes ist, der in derselben Zeit während der Heizung bei gleicher äußerer Temperatur stattfindet, und daß dieser Bruch sich bei Warmwasser-Heizung mit Niederdruck auf $^1/_2$ erhebt.

Gewöhnlich berechnet man die Dimensionen der Heizapparate nach der Räumlichkeit der zu erwärmenden Zimmer; allein offenbar ist diese Räumlichkeit ohne Einfluß, weil sich die Wärme nur durch die Fenster und durch die Mauern, welche mit der äußern Luft in Berührung stehen, zerstreut.

Zweites Capitel.

Die Ventilirung öffentlicher Gebäude.

Ehe wir zur Erklärung praktischer Details übergehen, halten wir es für nothwendig, die Ursachen des Vorhandenseins von verdorbener Luft im Innern öffentlicher Gebäude nochmals kurz zu wiederholen und den Proceß der Ventilirung oder Lüftung gründlich zu erklären. Die Luft wird hauptsächlich durch das Ausathmen kohlensauren Gases aus den Lungen, als eines der Hauptproducte der Respiration, verdorben. Wie schon erwähnt, kann dieses Gas weder zum Unterhalt des Lebens noch der Verbrennung angewendet werden; es besitzt solch einen schädlichen Einfluß, daß selbst dann, wenn man es in Berührung mit der äußern Oberfläche der Haut bringt, dieselbe sich entzündet und roth wird. Wenn ein Versuch gemacht wird, reines kohlensaures Gas einzuathmen, so erfolgt bei ihrem Eintritt in die Luftröhre im allgemeinen eine convulsivische Bewegung, verschließt die Oeffnung und verhindert ihr Einströmen. In gewissen Fällen darf man aber annehmen, daß die Bewegung nicht hinreichend gewesen ist, das kohlensaure Gas auszuschließen, und daß unmittelbarer Tod die Folge gewesen sei; wir kennen keinen Fall, daß, wenn Kohlensäure frei in die Lungen eingeströmt, eine Rettung erfolgt wäre, ja in einigen besondern Fällen ist der Tod selbst dann erfolgt, wenn nur 1 % von dem Gase vorhanden war. Jede gewöhnliche Atmosphäre, die 1 % Kohlensäure enthält, muß als eine sehr schlechte angesehen werden, die nicht im Stande ist, einen gesunden Zustand des Menschen zu erhalten, obgleich man in vielen Zimmern eine weit verdorbenere Luft wahrnehmen kann. Je geringer der Gesundheitszustand und die

3*

Körperkraft eines Individuums ist, um so empfänglicher ist es für den nachtheiligen Einfluß der mit Kohlensäure geschwängerten Luft. Alte und schwache Leute sinken zuweilen in einer Atmosphäre um, in welcher sich robuste ohne nachtheilige Folgen aufhalten können. Wenn die Menge des kohlensauren Gases auf ein Verhältniß reducirt ist, welches $^1/_{1000}$ — $^2/_{1000}$ beträgt, so werden dadurch keine schädlichen Resultate hervorgebracht. Gewöhnliche Luft enthält ein geringes Verhältniß von dem kohlensauren Gase, selbst in den größten, bis jetzt untersuchten Höhen. Da das kohlensaure Gas die hauptsächlichste Verunreinigung ist, welche die Luft in den gewöhnlichen hohen Zimmern aufnimmt, so mag die vorhandene Menge im allgemeinen als eine Andeutung von dem Zustande der Atmosphäre sowie von der Wirksamkeit der Ventilirung angesehen werden. Man braucht nur eine einfache Probe anzustellen, da eine vollkommene Analyse nicht erforderlich ist. Kalkwasser in einer offenen Schale, zeigt das Vorhandensein des Gases.

Die Luft wird aber auch durch die flüchtigen Producte verdorben, die sich aus den Poren der Haut entwickeln. Die Erleuchtungsart bewirkt dasselbe Resultat. Dia Flamme eines Gasstroms von derselben Leuchtkraft wie ein gewöhnliches Kerzenlicht macht 200 bis 300 Kubikzoll Luft in der Minute zur Respiration untauglich. Auch die mechanischen Unreinigkeiten, die in den Wohnungen vorhanden sind, wie Staub u. s. w., verderben ebenfalls bis zu einem gewissen Grade die Luft. Nachdem wir nun noch einmal die Ursachen des Vorhandenseins der verdorbenen Luft in öffentlichen Gebäuden kurz wiederholt haben, wollen wir jetzt zur Erklärung des Ventilirungsprocesses weiter gehen.

Die aus den Lungen ausgeathmete Luft besteht, nachdem sie zu den Zwecken der Respiration benutzt worden ist, hauptsächlich aus einem schweren Gase, dessen spec. Gewicht ein solches ist, daß es sich dem Boden zuneigt. Obgleich nun kohlensaures Gas mehr als ein Halb schwerer als Luft ist, so nimmt es doch bei seinem Durchströmen durch die Lungen so viel Wärme auf, daß es eine ziemlich bedeutende Neigung erlangt, in die Höhe

zu steigen. Es läßt sich dies sehr leicht dadurch erläutern, wenn man an einem ruhigen aber kalten Tage in der freien Luft athmet, indem man alsdann wahrnimmt, daß der Hauch aufsteigt. Man überzeugt sich davon noch mehr, wenn man abwärts haucht, indem alsdann dasselbe Resultat erlangt wird. Daß dieses Gesetz einen wohlthätigen Zweck habe, daran dürfen wir keinen Augenblick zweifeln; das Gemisch der verdorbenen Luft ist weit leichter als die gewöhnliche reine Luft in derselben Temperatur. Bei dieser Anordnung haben wir ein anderes von den einfachen, jedoch wohlthätigen Gesetzen zu bewundern, welche zu unserem Comfort beitragen. Da der unbrauchbar gemachten Luft eine hohe Temperatur mitgetheilt worden ist, so steigt sie in die Höhe, sobald sie entweicht, und zwar mit solcher Geschwindigkeit, daß sie sehr bald über die Zone der Respiration hinauskommt und daher in solchen Fällen nicht wieder eingeathmet werden kann. Der Mensch kann daher von diesem einfachen Gesetz Vortheil ziehen, indem er der verdorbenen Luft einen freien Abzug gestattet und sich auf diese Weise von diesem wirksamen Agens zur Hervorbringung von Krankheiten befreit.

Man kann die Ventilirung in zwei Klassen theilen, nämlich in die künstliche und die natürliche. Bei der künstlichen kann den Luftströmen jede Richtung ertheilt werden: nach oben, nach unten und nach der Seite; dies kann durch Maschinen und andere Vorrichtungen, wie Pumpen, Windräder, Schrauben, sowie auch endlich durch Lüftungsessen bewirkt werden. Die künstliche Ventilirung zerfällt wieder in zwei Abtheilungen, in die drückende und in die saugende. Bei der drückenden Ventilirung wird Luft in das Innere eines Gebäudes durch eine Druckpumpe rc. hineingetrieben, während die verdorbene Luft mittelst zu diesem Zweck angebrachter Canäle oder auch durch die Ritzen der Thüren und Fenster abgeführt wird. Die Sicherheit, mit der man gute Luft ohne Beimischung von schlechter einzuführen im Stande ist, bildet eine Eigenthümlichkeit der drückenden Ventilirung, die nur durch die constante Anwendung von Maschinen bewirkt werden kann. Die saugende Ventilirung wird durch Maschinen erhalten, welche die Luft aus dem Innern

auspumpen oder aussaugen, so daß die frische Luft durch Oeffnungen, die zu dem Zwecke angebracht sind, oder durch die Ritzen in Thüren und Fenstern eindringen kann.

Die Resultate der natürlichen Ventilirung hängen übrigens nicht von Maschinen ab, sondern es ist dieselbe ein Proceß, bei dem die Bewegungen der Luft auf dieselbe Weise veranlaßt und erhalten werden, wie in der äußern Atmosphäre der Wind. Es läßt sich die natürliche Ventilirung auf die folgende Weise sehr einleuchtend beschreiben. Das spec. Gewicht der Luft, die durch Respiration und Verbrennung, durch die beiden großen Processe der Luftverunreinigung in gewöhnlichen Gebäuden verdorben worden, ist unter den gewöhnlichen Umständen geringer als das der gewöhnlichen Luft; sie entweicht, indem sie von der dichtern und reinern Luft aufwärts gedrängt wird. Wir wollen uns ein Zimmer denken, in welchem sich eine Anzahl von Personen befindet, dessen Boden und Decke porös sei, so würde bei der gewöhnlichen Temperatur die durch die Menschen verdorbene Luft keine mechanische Kraft zu ihrer Entfernung bedürfen. Der von oben einwirkende Druck ist durch die Ausdehnung vermindert, welche durch die erwärmende Luft veranlaßt wird; die äußere Luft kann aber von unten und von oben frei eindringen, indem, wie schon bemerkt, Boden und Decke porös sind. Ihre Kraft hat also das Uebergewicht, und eine aufsteigende Bewegung ist daher die natürliche Folge, und damit verbunden ist das Einströmen der frischen Luft und die Entfernung der verdorbenen. Hier findet daher eine Art der natürlichen Ventilirung statt. Sehr wesentlich ist jedoch hierbei die Bedingung, daß die Wärme des menschlichen Körpers durch kein Hinderniß aufgehalten werde. Ein offenes Dach oder eine offene Decke ist übrigens unzulässig, da, wenn man auch alles Uebrige unberücksichtigt läßt, ein Schutz gegen die Witterung nothwendig ist. Nun kann man freilich die Oeffnung verengen; im Verhältniß zur Größe dieser Verengung, die Temperatur der Luft und die Anzahl der Menschen in einem gegebenen Raume muß aber die Geschwindigkeit der Ausströmung der Luft aus dem Zimmer beschleunigt werden. Um dies zu bewirken, muß eine Oeffnung in der Decke oder deren

Nähe angebracht werden, in welcher die warme Luftsäule, welche dieselbe bald anfüllt, ihre Wirkung erhöht, und unter allen gewöhnlichen Umständen, und wenn das Zimmer nicht mit sehr vielen Menschen angefüllt ist, wird eine solche Esse oder ein solcher Canal den Zweck vollkommen erreichen. Sie wirkt zu allen Zeiten, sobald die in ihr vorhandene Luft eine geringere Dichtigkeit hat als die außer ihr befindliche. Ist dies nicht der Fall, so kann die Wirkung durch eine Lampe oder ein Feuer oder auch nur durch Erhöhung der Temperatur in dem Zimmer, für welches die Esse dient, vermehrt werden, da alle diese Ursachen eine verminderte Dichtigkeit oder Verdünnung der Luft in der Esse veranlassen, wodurch sie ihre Kraft erlangt. Unsere Leser werden einsehen, daß dies eine ebenso deutliche als einfache Erklärung der natürlichen Ventilation ist.

In allen Fällen, wo die Beschaffenheit des Gebäudes eine natürliche Ventilirung gestattet, muß dieselbe angenommen werden, indem sie die natürlichen Gesetze, welche die Bewegungen der Luft reguliren, zu ihrem Vortheile benutzt. Wir wagen es, die sehr wahrscheinliche Behauptung aufzustellen, daß neue Gebäude ohne irgend eine Anwendung von Maschinen hinreichend ventilirt werden können. Ein englischer Schriftsteller über diesen Gegenstand, der unsere Bauart der Wohngebäude einer scharfen Kritik unterwirft und es für sehr unzweckmäßig hält, daß die Architekten es so ängstlich vermeiden, der Luft einen Zutritt zu verschaffen, bemerkt, daß trotz aller Bemühungen die Luft selbst durch die dichtesten Thüren und Fenster dringe; und so ist es auch. Die zu einem wohlthätigen Zweck begründeten Gesetze wirken, und wenn sie der Mensch auch noch so sehr aufhält oder ihnen entgegentritt. Es steht daher mit den natürlichen Gesetzen nicht in Uebereinstimmung, annehmen zu wollen, daß, wenn Luft von selbst auch dann in Zimmer dringt, wenn alle Mittel zu ihrer Abhaltung angewendet werden, sie auch in denselben eingeschlossen bleiben könne; daß sie aber auch weit leichter einen Eingang finden müsse, wenn dazu, sowie auch zum Ausströmen der verdorbenen, Oeffnungen vorhanden sind.

Dennoch reden Viele den Maschinen das Wort, obgleich

dieselben in den meisten Fällen mehr oder weniger zusammengesetzt und kostbar sind. Dagegen kommen auch Fälle vor, bei denen es durchaus unmöglich ist, eine Ventilirung ohne mechanische Mittel zu bewirken. Es wurde schon weiter oben bemerkt, daß das Emporsteigen der Luft in Essen über den Zimmerdecken in allen den Fällen erfolge, wenn die Dichtigkeit der Luft in denselben geringer sei als die der äußern. Dies ist aber die Meinung aller derjenigen Techniker, die Erfahrung über die Lüftung erlangt haben, und die täglichen Erscheinungen in unsern Wohnzimmern liefern auch einen genügenden Beweis davon. Wirklich kommen auch nur selten Fälle vor, wo die erforderlichen Bedingungen zu dieser natürlichen Ventilirung nicht erfüllt werden können. Im Winter hat die erwärmte Luft im Innern ganz sicher ein viel geringeres spec. Gewicht als die kalte äußere Luft. Und selbst im Sommer, obgleich alsdann die Wärme der ausgeathmeten Luft im Innern und die Luft außerhalb der Gebäude einander mehr gleichen werden als bei kälterem Wetter, findet doch eine entschiedene Differenz zu Gunsten der inneren Luft statt. Dies wird ganz deutlich dadurch bewiesen, daß es in einem überfüllten Gebäude viel wärmer ist als in der freien Luft an einem warmen und ruhigen Tage. Die Körperwärme erhöht die Temperatur bis zu einem gewissen Grade, die im Verhältniß zu der Anzahl der versammelten Menschen steht, und dies sowie die Concentrirung der Wärme in den verschlossenen Räumen sucht das gesundene Resultat herbeizuführen.

Es können nicht allein Gebäude sehr wirksam durch die Annahme der fortwährend wirkenden Gesetze ventilirt werden, sondern es findet dabei noch der besonders günstige Umstand statt, daß die Kosten verhältnißmäßig gering und Reparaturen kaum nöthig sind. Dies trifft auch die gar nicht dazu erforderlichen menschlichen Hülfsleistungen. Außerdem sind diese Apparate sehr einfach und können von allen denen leicht verstanden werden, denen in öffentlichen Gebäuden die Pflicht obliegt, den Gebrauch dieser Apparate zu besorgen. Aber es kommt auch noch ein allgemein staatswirthschaftlicher und polizeilicher Gesichtspunkt hier zur Sprache. So lange nämlich die öffentliche Meinung besteht, die

auch hier von so großem Einfluß ist, daß die Ventilirung eine außerordentlich verwickelte Wissenschaft sei, ohne Zweifel von Wichtigkeit, aber bedeutende Kenntnisse voraussetzend, um ihre Grundsätze praktisch anzuwenden, wozu außerdem große Kosten und verwickelte Maschinerien erforderlich seien, so lange wird auch die im allgemeinen gegen diesen wichtigen Gegenstand stattfindende Apathie fortdauern. Es hält sehr schwer, Menschen zu bereden, Geld für die Vermeidung von Uebeln auszugeben, von deren Vorhandensein und Bedeutsamkeit sie gar nicht vollkommen überzeugt, und die ihrer Meinung nach ganz andern Ursachen zuzuschreiben sind. Hat die Idee erst Wurzel gefaßt, daß die Operationen der Ventilirung sehr kostbar seien, so liegt darin das Abschreckende ihrer Anwendung, mag man sich von ihrem Nutzen auch noch so sehr überzeugt haben.

Hat dagegen aber erst die Ueberzeugung Wurzel gefaßt, daß die Ventilirung im Bereich der Geschicklichkeit eines jeden Bauhandwerkers liegt, so wird die Folge davon sehr bald ein ganz anderer Geist, eine ganz andere Meinung über diesen so allgemein wichtigen Gegenstand sein. Wird alsdann noch durch wohlfeile Schriften dafür gesorgt, daß sich das Volk, in der wahren und guten Bedeutung des Worts, von der Wohlfeilheit, Leichtigkeit und dem großen Nutzen der Lüftung überzeugt, so wird sie sehr bald eine viel größere Anwendung finden. Ein sehr schlagender Beweis von der Wahrheit dieser Behauptung liegt darin, daß, als der Samariter-Fond in London die Wohnungen der ärmern Klassen mit Ventilatoren versah, eine allgemeine Nachfrage und ein allgemeines Verlangen danach entstand. Es ist daher wirklich ein nicht unwichtiger Gegenstand der Sanitätspolizei, für eine möglichst ausgedehnte Anwendung einfacher Ventilirungsapparate in allen öffentlichen und Privatgebäuden, wo nur irgend viele Menschen zusammenwohnen, oder auch nur zeitweise zusammen sind, Sorge zu tragen. Man kann nicht behaupten, unter allen Bedingungen eine Ventilirung mit den einfachsten Mitteln und ohne die Hülfe verwickelter Apparate und Maschinerien bewirken zu wollen, allein eine solche Behauptung wird auch niemand aufstellen wollen, der mit dem Gegen-

stande näher bekannt ist. Die Ventilirung größerer Räume, der Kirchen und Bethäuser, der Schulen, der Säle für Landesversammlungen, für Geschwornengerichte, der Schauspielhäuser ꝛc. setzt ganz andere Bedingungen und andere Apparate voraus als die einfacher Privatwohnungen.

Die Wohnungen der wohlhabenden Klassen bedürfen in den meisten Fällen weit weniger der Lüftung; die Feuerungen derselben, seien es nun Kamine, Oefen der verschiedenen Art oder Luft-, Dampf- oder Warmwasserheizungen, gewähren schon an und für sich eine Lüftung. Besonders ist dies der Fall bei den gewöhnlichen, in den Zimmern selbst gefeuerten Oefen, indem sie eine fortwährende Luftströmung veranlassen, und um so mehr, je mehr bei kalten Tagen gefeuert wird. Weit weniger ist es mit den sogenannten berliner Oefen der Fall, in denen man eine Brennmaterialmenge auf einmal verbrennen läßt und alsdann den Ofen verschließt, um die Wärme in ihm zu bewahren. Ja, wenn das Brennmaterial nicht ganz und gar verkohlt ist, ehe man den Ofen verschließt, und der Verschluß nicht sehr luftdicht ist, so dringt leicht kohlensaures und Kohlenoxyd-Gas in die Zimmer und verdirbt die Luft weit mehr als der Athmungs- und Verbrennungsproceß. Bei den Oefen dieser Art werden sehr häufig, besonders bei den Schlafenden, die eine niedrigere Luftschicht in dem Zimmer einathmen, Erstickungen herbeigeführt. Endlich sind die Wohnungen der wohlhabendern und der vornehmen Klassen in den meisten Fällen geräumig, es hängen stets mehrere Zimmer zusammen, es finden fortwährend Luftströmungen statt, und ein eigentliches Verderben der Luft erfolgt nur in sehr seltenen Fällen.

Die Wohnungen des gewöhnlichen Bürgers und Handwerkers sowie die der ärmern Klassen im allgemeinen, die Werkstätten der Schneider, Schuster, der Klempner und vieler anderer Metallarbeiter, besonders auch die der Weber, wo die Schlichte einen so großen Einfluß auf die Beschaffenheit der Luft hat, diese sind es, die ganz besonders der Ventilirung bedürfen. Aber hier hat ihre Einführung auch weit größere Schwierigkeiten und kann nur nach und nach bewirkt werden. Hier sind hauptsächlich nur die

einfachsten Mittel von Erfolg, indem nur diese in den meisten Fällen angewendet werden können und durch locale Verhältnisse der gewöhnlichen Bürger- und Bauerhäuser nothwendig bedingt werden.

Nachdem wir nun den Nutzen und die Nothwendigkeit der Ventilirung näher besprochen haben, wenden wir uns zur weitern Betrachtung unseres Gegenstandes.

Bei der Ventilirung von Gebäuden kommen hauptsächlich zwei Dinge in Betracht, und indem davon der Erfolg der ganzen Anlage abhängt, so muß man eine große Aufmerksamkeit darauf verwenden. Diese Dinge bestehen nämlich in der Zuführung frischer Luft in das Innere der Gebäude und in der Abführung der verdorbenen aus denselben. Und hier wollen wir die Aufmerksamkeit auf die Thatsache lenken, auf welche alle erlangte Erfahrung hinausläuft, daß gar keine Möglichkeit vorhanden ist, die verunreinigte Luft aus einem Gebäude herauszuziehen, so vollkommen auch die Vorrichtungen dazu sein mögen, wenn nicht sehr viel reine Luft eingeführt wird. Ein geringes Nachdenken nur ist nöthig, um uns von der Wahrheit dieses Satzes zu überzeugen. Die Kraft der eindringenden Luft ist es, welche das Ausströmen der verdorbenen veranlaßt. Ohne eine Bewegung der Luft ist eine Ventilirung ganz und gar unmöglich. Zu allen Zeiten kann man die Tendenz zu Bewegungen in der Luft oder die Strömungen derselben wahrnehmen, und zwar stehen dieselben im Verhältniß zu den Ungleichheiten der Temperatur, mögen sie nun aus natürlichen oder andern Ursachen oder aus der Einwirkung irgend einer mechanischen Kraft entstehen. Bei der Herbeiführung der reinen Luft muß man die Quelle berücksichtigen, von welcher sie entnommen wird. Wenn viel Staub oder fremde mechanische Unreinigkeiten am Fuße des Gebäudes vorhanden sind, oder es gehen Wasserabzüge durch den Luftstrom, oder sie befinden sich in dessen Nähe, so muß er aus einiger Entfernung

Fig. 1.



von dem Grunde herbeigeführt werden. Fig. 1 zeigt, wie dies bewerkstelligt werden kann. Die Oeffnung zu dem Canale zur Herbeiführung der frischen Luft liegt unter dem Keller. In schon vorhandenen Gebäuden würde die Anlage dieser Luftcanäle mit großen Kosten verbunden sein, weshalb man Oeffnungen an dem untern Theil der Wände anbringen muß. Um so viel als möglich das Eindringen aller fremdartigen Theilchen von Staub rc. durch diese Oeffnungen zu verhindern, müssen im Innern Zinkplatten mit feinen Löchern oder Pferdehaartücher angebracht sein. Will man die frische Luft in das Innere einer Kirche führen, sowohl nach den Gängen als auch nach den Sitzen, so müssen zu beiden Canäle geleitet werden. Diese Leitungen oder Canäle bestehen am zweckmäßigsten aus Zink oder Eisen, wogegen hölzerne Röhren die wohlfeilsten sind. Um das Stocken der Bretter zu vermeiden, muß deren Außenseite mit einem oder zwei Anstrichen eines Gemenges von Theer und Sand versehen werden, bestehend aus 3 Theilen Theer und 1 Theil Sand. Die beste Lage für diese Canäle sowohl bei Kirchen als auch bei andern öffentlichen Gebäuden sind die Gänge. Die Oeffnung der Canäle, durch welche die Luft eintritt, muß mit gußeisernen Gittern bedeckt werden. Man kann Gitter dieser Art auf so vielfältige Weise verzieren, daß sie den Boden auf keine Weise verunstalten. Um aber die Luft so viel als möglich bei ihrem Durchströmen durch die Gitter zu vertheilen, muß man unter diesen Gittern Siebblätter von Zinkblech, von Pferdehaaren oder auch von den Fasern der Cocosnuß anbringen, welche letztere wohlfeil und sehr zweckmäßig sind, da man Geflechte dieser Art von jedem Grade der Feinheit anfertigen kann. Eins muß bei diesen Gittern noch berücksichtigt werden, nämlich daß die Gesammtheit der Oberfläche ihrer Oeffnungen ebenso groß ist als die Oeffnungen an der Außenseite des Gebäudes zur Einführung der Luft.

Nachdem wir nun die Canäle zur Herbeiführung der frischen

Luft beschrieben haben, wenden wir uns zu den Klappen oder Registern zur Regulirung des Einströmens der frischen Luft je nach den Erfordernissen derselben. Man bringt diese Ventile in einiger Entfernung vom Boden oder der Sohle an.

Fig. 2.

Fig. 2 ist ein Längendurchschnitt von dieser sehr einfachen Vorrichtung: aa ist die Mauer des Gebäudes, d eine eiserne, in die Mauer befestigte Klammer, an welcher die Rolle e angebracht wird, über die eine Schnur oder Kette läuft. Die Klammer ist in der Mitte über der Oeffnung angebracht. Die über die Rolle e laufende Kette oder Schnur cc ist mit der obern Seite der Klappe d verbunden und an ihrem untern Ende, nicht weit von dem Boden mit einem Gewichte versehen, welches als Gegengewicht des Registers b dient. Ein Blick auf die Figur lehrt den Techniker diese ganze Vorrichtung kennen.

Eine andere Vorrichtung zur Regulirung des Einströmens frischer Luft in die Canäle ist Fig. 3 abgebildet.

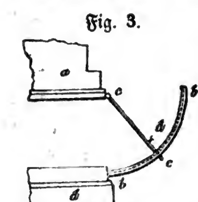


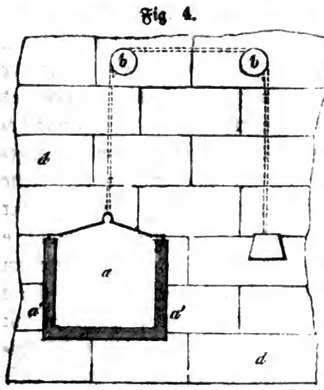
Fig. 3.

Sie ist besonders zweckmäßig, wenn der Canal zur Einführung der frischen Luft in die Gebäude, wie es häufig der Fall, am Boden angebracht ist. aa ist die Mauer, bb ein eiserner Quadrant, der dicht unter der Oeffnung und in deren Mitte in der Mauer befestigt ist. Dieser Quadrant ist mit einem Falz versehen, der auf der Zeichnung mittelst einer punktirten Linie angedeutet ist, so daß eine Druckschraube an der hängenden Klappe cc sich darin auf und nieder bewegt und sich in jeder beliebigen Stellung, in welcher die Klappe bleiben soll, fest gestellt werden kann. Die Klappe wird durch einen Griff oder Knopf d gehandhabt und hängt oben an Haspen.

Eine andere Vorrichtung derselben Art, ebenfalls an dem Boden der Mauer anzubringen, ist in Figur 4 abgebildet. Man findet diese Arten von Klappen oder Thüren sehr häufig bei

Oefen oder Herden, und sie bestehen entweder aus Gußeisen oder aus starkem Eisenblech von circa $^3/_8$" Dicke, während sich ihre Größe nach der der Oeffnung richtet. a'a' ist der Rahmen oder die Zarge, die in der Wand rings um die Canalöffnung eingelassen ist; bb Rollen, über welche eine Kette oder ein Seil läuft, an deren Ende ein Gegengewicht angebracht, während das andere Ende mit der Klappe verbunden ist; dd ist die Mauer des zu ventilirenden Gebäudes. Es ist diese Vorrichtung so einfach, daß sie gar keiner weitern Erklärung bedarf.

Fig. 4.



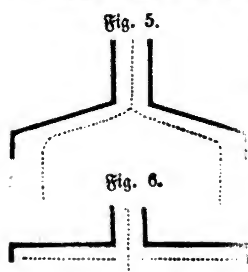
Die Oeffnungen zum Einströmen der frischen Luft müssen in gleichen Entfernungen von einander und wo möglich rings um das ganze Gebäude angelegt werden, so daß, mag der Wind herkommen woher er will, ihn irgend eine von den Oeffnungen aufnimmt. Die Kraft des Windes ist durchaus nicht erforderlich, da, wie wir gezeigt haben, die Luft überall ihren Eintritt finden kann. Bei windigem Wetter strömt freilich innerhalb einer gegebenen Zeit weit mehr Luft ein als bei ruhigem.

Haben wir nun in dem Vorstehenden die Mittel zur Einführung der frischen Luft kennen gelernt, so wollen wir jetzt unsere Aufmerksamkeit denjenigen Mitteln zuwenden, durch welche die verunreinigte Luft fortgeschafft wird. Die dazu nöthigen Apparate müssen jedenfalls an dem höchsten Punkte der Decke angebracht werden. Wir haben bereits bemerkt, daß manche Architekten es am zweckmäßigsten finden, die verunreinigte Luft von dem Boden der Räume wegzuführen, indem sie sagen, das kohlensaure Gas sei schwerer als die atmosphärische Luft und müsse sich daher stets am Boden der Gebäude aufhalten. So viel Wahrscheinlichkeit auch diese Annahme in der Theorie hat,

so irrig ist sie doch in der Praxis, wie dies aus dem weiter oben über die Beschaffenheit der mit der Kohlensäure verunreinigten Luft Gesagten ganz deutlich hervorgeht. Jedoch wollen wir das Unrichtige der Behauptung noch durch ein recht schlagendes Beispiel beweisen. In dem zoologischen Garten in Regentspark in London wurde ein neues Haus zur Aufnahme der Affen erbaut und es wurden durchaus keine Mittel gespart, um den Bewohnern warmer Klimate einen gesunden und angenehmen Aufenthalt zu verschaffen. Unglücklicherweise fand man es aber für zweckmäßig, die Wohnung der Affen auf dieselbe Weise einzurichten wie die Gesellschaftsräume eines englischen Hauses. Um die Räume für die Affen gehörig zu erwärmen, wurden möglichst nahe an dem Boden zwei Kamine mit möglichst niedrigen Oeffnungen angebracht. An dem Boden waren mehrere Oeffnungen vorhanden, aus denen ebenfalls warme Luft in den Raum ausströmte, indem rings um dieselben Warmwasserröhren gelegt waren. Zur Lüftung bei kaltem Wetter waren ringsum an den Wänden, dicht am Boden Oeffnungen angebracht und zwar unter der irrigen Voraussetzung, daß das durch die Respiration der Thiere hervorgebrachte kohlensaure Gas, da es schwerer als die übrige Luft, sich von derselben trennen und aus den unten befindlichen Räumen entweichen würde. Nachdem diese Vorrichtungen gemacht worden waren, brachte man ungefähr 60 gesunde Affen, von denen mehrere schon einige Winter in England zugebracht hatten, in den Raum. Einen Monat darauf waren mehr als 50 Affen todt und die übrigen waren sehr krank. Daher war denn dieser nur unten offene Raum ein wahrer Tödter der Affen, wie eine umgekehrte Kaffeetasse, wenn man sie über ein brennendes Licht hält, dasselbe verlöscht. Nicht allein die Wärme von den Kaminfeuern und die durch die Oeffnungen in dem Boden eintretende warme Luft, sondern auch der warme Athem und alle unreinen Exhalationen der Affen stiegen zuerst bis zur Decke des Raumes empor und vermengten sich dort sehr innig mit der Atmosphäre, und da sie nun durchaus nicht entweichen konnten, ausgenommen durch die Kaminöffnungen und die Abzugslöcher an dem untern Theile des Raumes, so mußten

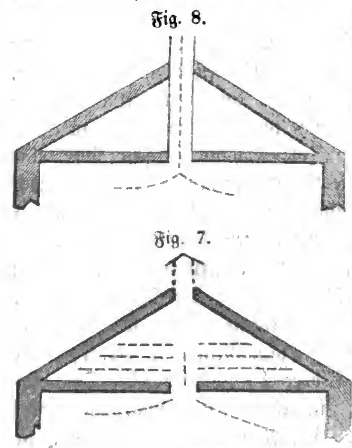
die Affen in dem verdorbenen Raume leben, erhielten durchaus keine frische Luft und die nothwendige Folge war daher ihr Tod. Hätte man nun die zu ihrer Benutzung im Sommer angebrachten Ventilirungsöffnungen in der Nähe der Decke geöffnet, so würde der Raum ein durchaus gesunder gewesen sein.

Kehren wir nun wieder zu dem eigentlichen Gegenstande unserer Betrachtungen zurück. Ein einziger Blick auf die Figuren 5 und 6 wird den Leser überzeugen, welcher große Unterschied zwischen einer flachen und einer runden oder scharf zulaufenden Decke stattfindet. Die Ströme der erwärmten Luft, die gegen die flache Decke stoßen, werden etwas niederwärts getrieben, ziehen sich längs derselben hin, bis sie die Abzugsöffnung erreichen. Bei einer runden oder nach oben zulaufenden Decke ziehen sich die Luftströme nach und nach aufwärts bis nach dem Ventilator, der in diesem Falle höher ist, als irgend ein anderer Theil der Decke. Die Luftströme sind durch die punktirten Linien bezeichnet. Gestattet es die Beschaffenheit des Gebäudes, so muß die Oberfläche der Oeffnungen über die ganze Decke möglichst verbreitet werden. Nehmen wir z. B. an, daß die Oberfläche der Abzugsöffnung in einer Kirche 3 □ Fuß betragen solle, so werden, wenn 3 Oeffnungen jede von 1 □ Fuß an verschiedenen Punkten der Decke angebracht werden, die Gebäude rascher ventilirt werden, als wenn man nur eine Oeffnung von 3 □ Fuß anbringt; man wird sich davon überzeugen, wenn man berücksichtigt, daß die verschiedenen Säulen der erwärmten Luft beim Aufsteigen einen weitern Weg zu machen haben, wenn sie sich sämmtlich nach einer Oeffnung zu bewegen, als wenn mehrere Abzugsöffnungen vorhanden sind, von denen jede die in ihrer Nähe befindliche Luft abführt.



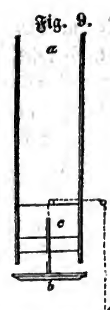
Wenn außer der gewöhnlichen Decke, wie es meistens der Fall ist, noch ein Dach vorhanden ist, so daß zwischen beiden ein leerer Raum bleibt, so darf die verunreinigte Luft nicht frei

in denselben eintreten, denn wenn sie sich in diesem Raume verbreitet und in Berührung mit dem kalten Dache kommt, so wird die aufsteigende Kraft der Luft sehr vermindert. Der bei fast allen Kirchen befolgte Plan, wonach sie im Dache Luken haben und in der Decke oder dem Gewölbe Oeffnungen, welche die verdorbene Luft aus den Kirchen auf den Bodenraum führen sollen, ist ebenso wenig wirksam, als wenn ein Müller, statt das Wasser durch einen großen Canal auf seine Räder zu führen, es durch eine Menge enge Röhren dahin führen und den großen Verlust durch Reibung ꝛc. nicht berücksichtigen wollte. Oeffnungen dieser Art in den Decken der Kirchen ꝛc. sind durchaus nutzlos. Man wird dies durch einen Blick auf die Skizzen in Figur 6 und 7 leicht erkennen und wird sehen, wie weit wirksamer die in Fig. 8 dargestellte Vorrichtung ist, indem durch hölzerne oder eiserne Essen oder Röhren die verdorbene Luft aus dem innern Raume bis über den Dachforst hinausgeführt wird. Figur 7 zeigt die ältere Einrichtung und die punktirten Linien beweisen, wie die Luft sich auf dem Bodenraum verbreitet.


Fig. 8.
Fig. 7.

Bei der Einrichtung der Essen oder Röhren zur Abführung der verunreinigten Luft muß man Mittel treffen, um die Geschwindigkeit des Luftstroms zu reguliren. Figur 9 zeigt einen Längendurchschnitt einer solchen Vorrichtung. a ist eine hölzerne Röhre; b ein unten verziertes und im Durchschnitt größeres Brett als die Röhre und auf die in der Figur ange-

Fig. 9.



gebene Weise an einer Schnur oder Kette aufgehängt, die über zwei kleine Rollen läuft, von denen die eine sich um einen eisernen Draht dreht, der quer durch die Büchse angebracht ist. Das Ende d der Schnur geht in den zu lüftenden Raum an irgend einer passenden Stelle hinab und kann dort ergriffen und auf diese Weise das Brett b sehr gut gehandhabt werden; c ist eine Stange an dem Brett, woran es so aufgehängt ist, daß es immer eine horizontale Stellung behält, welches man dadurch erlangt, daß man die Stange durch zwei Oeffnungen in Stäben gehen läßt, die der Quere nach in der Röhre angebracht sind.

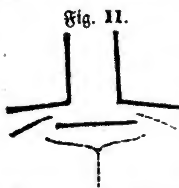
Figur 10 ist der Durchschnitt einer andern Vorrichtung, die als zweckmäßig und wirksam sehr zu empfehlen ist.

Fig. 10.

aa ist die Röhre; im Innern ist eine hölzerne Klappe b angebracht und an einer Seite an Haspen aufgehängt; die Schnur c geht über eine Rolle durch die Wand der Röhre und wird nach irgend einem Punkt des zu ventilirenden Raumes geführt, wo man sie bequem handhaben kann.

Bei Anwendung des letztern Canals muß man die in Figur 11 angeführte Vorrichtung machen. Ein Stück Brett, bedeutend größer als die Oeffnung des Canals (wenigstens 1/3 größer) muß

Fig. 11.



etwa 14 oder 18 Zoll von der Oeffnung entfernt in einer festen Lage angebracht werden. Der Nutzen dieser Einrichtung ist sehr einleuchtend. Wenn die Oeffnung der Röhre offen bleibt, so hat sie das Bestreben, nur diejenige Luftsäule abzuführen, die unmittelbar unter ihr ist, während mittelst des Brettes die Luft horizontal herangeführt wird und einen horizontalen Luftstrom veranlaßt, der die ganze Luftschicht in der Nähe der Decke abführt. Die punktirten Linien zeigen die Art der Wirksamkeit. Die untere Seite des Brettes muß mit einigen

leichten Verzierungen versehen sein; damit aber durch das Herunterfallen kein Schaden geschieht, muß das Ganze gehörig befestigt werden.

Als ein Mittel, um den Grad der Oeffnung der Klappen in den Canälen zur Abführung der verunreinigten Luft genau zu bestimmen, hat die sogenannte Inder-Platte den größten Nutzen. An dem Gegengewicht, an dem Ende der Schnur oder der Kette, mit denen die Klappe gehandhabt wird, sind Zeiger angebracht, wie bei a Figur 12. Man nehme eine Platte von Weißblech und gebe ihr die in der Figur angedeutete Form von bb. Man verschließe die Klappe und bringe an der Wand die Platte bb an, deren obern Punkt man mit geschlossen bezeichnet; das Zeichen steht dem Zeiger gegenüber. Dann öffne man die Klappe halb und bezeichne den Punkt, wo der Zeiger stehen bleibt, mit dem auf das Blech gemalten Worte halb. Dasselbe bewerkstellige man mit den beiden andern Punkten ein Viertel und drei Viertel, und da, wo der Zeiger stehen bleibt, wenn die Platte ganz geschlossen ist, schreibe man offen hin. Die Zwischenräume zwischen den verschiedenen Punkten müssen eine gleiche Theilung erhalten. Im allgemeinen ist jedoch eine solche Inder-Platte kaum nöthig.

Fig. 12.



Bei der Ventilirung von Kirchen, die mit Gallerien oder Emporkirchen versehen sind, muß man dafür sorgen, daß auch diese ventilirt werden, wohin um so eher zu sehen ist, da die daselbst sitzenden Leute einen Theil der im untern Raume der Kirche ausgeathmeten verdorbenen Luft einathmen müssen. Die einfachste Art und Weise, diese Lüftung der Emporkirchen zu bewirken, besteht darin, daß man den Gängen gegenüber in den Wänden Oeffnungen anbringt, die bis zur vordern Seite der Gallerien laufen. Dort sind Canäle angebracht, die unmittelbar zu Oeffnungen führen, welche am hintern Theile der Stufen

vorhanden sind, die man gewöhnlich bei den Emporkirchen findet. Werden diese Vorrichtungen sofort bei der Anlage der Emporkirchen gemacht, so haben sie weder Schwierigkeiten noch bedeutende Kosten, und es kann sie ein jeder Zimmermann oder Tischler ohne allen Anstand ausführen. Die jedesmalige Einrichtung der Emporkirchen ändert auch die Einrichtung des Lüftungsapparates. Befindet sich über den Gallerien eine flache Decke, so müssen Oeffnungen zur Abführung der verdorbenen Luft in derselben angebracht werden, jedoch können dieselben kleiner sein als die an der Hauptdecke. Folgende Verhältnisse sind sehr zweckmäßig: — Wir wollen annehmen, daß Oeffnungen zur Abführung der verdorbenen Luft vorhanden sind, deren Querschnitt eine Oberfläche von 20 □ Fuß haben soll, indem dies für eine Kirche, die 1500 Menschen faßt, ein gutes Verhältniß sein wird. Nehmen wir nun ferner an, daß $^2/_3$ von den Andächtigen in dem untern Theil der Kirche bleiben, so müssen die Oeffnungen in der Hauptdecke eine Gesammtoberfläche von 12 □ Fuß haben, während die 8 bleibenden für die Gallerien vertheilt werden.

Die Regeln zur Bestimmung der Querschnittsoberfläche der Abzugsöffnungen für die verunreinigte Luft einer Kirche sind die folgenden: — Jedenfalls muß die Ventilirung nach der größten Anzahl von Menschen eingerichtet werden, die eine Kirche zu fassen vermag, und es ist wohl einleuchtend, daß es besser ist, eine etwas größere als eine zu geringe Ventilation anzuwenden. Vielleicht wird es am zweckmäßigsten sein, ein Beispiel in runden Summen mitzutheilen, um zu zeigen, wie groß die Luftmenge sein muß, die in einem recht angefüllten Raume wechselt. Nach der Annahme von Tredgold sind für jedes Individuum in der Minute 4 Kubikfuß frische Luft erforderlich; soll daher ein Raum 200 Menschen aufnehmen, so sind in demselben Zeitraume 800 Kubikfuß nöthig, oder etwas mehr, als einen 9 Fuß im □ und 9 Fuß hohen Raum ausfüllen würde. Eine Anzahl von 400 Menschen erfordert 1600 Kubikfuß u. s. f. Manche halten 4 Kubikfuß für zu bedeutend, Dr. Reid nimmt aber sogar 10 Kubikfuß an. Jedoch dürfen wir die Annahmen Tredgold's als

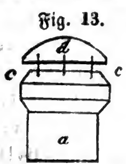
sehr zweckmäßige und praktische annehmen. Wiederholte Versuche haben gezeigt, daß ein Mensch in der Minute ungefähr 32 Kubikzoll Sauerstoff verbraucht, die durch ein gleiches Volumen kohlensaures Gas aus den Lungen ersetzt werden. Nun beträgt die Sauerstoffmenge der Luft ungefähr $^1/_5$; daher wird man finden, daß die Menge, welche entweder zum Unterhalt des animalischen Lebens oder zur Verbrennung von einem Menschen in einer Minute untauglich gemacht wird, fast 160 Kubikzoll beträgt, und zwar ist dies das Resultat der Respiration allein. Ein Mensch macht aber in einer Minute 20 Respirationen und athmet bei jeder derselben 40 Kubikzoll Luft ein und aus; daher beträgt die ganze Menge der in einer Minute dadurch verunreinigten Luft, daß sie durch die Lungen geht, 800 Kubikzoll. Die absolute Luftmenge, welche durch die Ausdünstung des Körpers u. s. w. zum Athmen untauglich gemacht wird, ist noch nicht genau bestimmt. Nun ist es wenigstens wünschenswerth, den Luftwechsel eines Zimmers so zu beschleunigen, als die entwickelte Feuchtigkeit dieselbe zu gleicher Zeit sättigt; und in einem Raume, der eine Temperatur von etwa 16° C hat, muß die Feuchtigkeit, da der Körper bekleidet ist, 18 Grän nicht übersteigen, und es ist daher nothwendig, daß ein Luftwechsel von 3 Kubikfuß in der Minute und bei einem Individuum stattfinde. Durch die Erleuchtung wird durch jedes Licht $^1/_4$ Kubikfuß Luft in einer Minute verunreinigt, und man erhält daher im Ganzen 6416 Kubikzoll oder fast 4 Kubikfuß in einer Minute.

Da das Verhältniß des Aufsteigens der verunreinigten Luft in den zu diesem Zweck vorhandenen Röhren von der Temperaturdifferenz der äußern und der in den Röhren oder im Innern des Gebäudes abhängt, so steigt die Geschwindigkeit des Aufsteigens mit der Differenz; es folgt daraus, daß es im Sommer schwieriger ist, ein Gebäude zu ventiliren, als im Winter. Unter der Annahme, daß zwischen der äußern und innern Luft im Sommer keine größere Differenz als 6—7° C stattfinden wird, fand Tredgold folgende Regel: — Man multiplicire die Menschenzahl, die ein Raum aufnimmt, mit 4 und dividire dies Product mit der 43fachen Quadratwurzel aus

der Höhe der Röhren in Fußen, und es wird der Quotient die Querschnittsfläche der Ventilatorröhre sein. Unter der Höhe der Röhren verstehen wir die Höhe vom Boden des zu ventilirenden Raumes bis zu dem Punkte, wo die Luft in die Atmosphäre entweicht. Wenn es mehr als eine Röhre giebt, d. h. wenn der Querschnitt der Ausströmungsöffnung, welcher durch die obige Regel gefunden worden ist, dividirt und mehr als eine angebracht werden kann, so müssen die verschiedenen Luftleitungen alle eine und dieselbe Höhe haben, denn wenn dies nicht der Fall ist, so müssen die hohen eine bedeutendere Wirkung haben als die kurzen, und es werden auch Gegenströmungen stattfinden.

Die sämmtlichen Luftleitungen müssen wenigstens 18 Zoll über dem Forst des Gebäudes hervorspringen und so vorgerichtet sein, daß weder Wind noch Regen oder Schnee in dieselben hineinfallen können. Figur 13 giebt einen Aufriß von einer solchen Haube, die Tredgold als sehr zweckmäßig empfiehlt und wovon ein ausgedehnter Gebrauch gemacht worden ist. a ist der untere Theil der Haube, welcher mit der Röhre befestigt worden ist. Der innere Durchmesser muß groß genug sein, um sich dicht über dem äußern Durchmesser der Luftleitung schieben zu lassen, und wird alsdann durch Holzschrauben befestigt. Der Deckel d oder die eigentliche Haube, der kugelförmig oder conisch ist, verhindert jeden abwärts gehenden Zug und die scharfen Kanten cc veranlassen eine aufsteigende Strömung in der Röhre, sobald der Wind geht. Diese Zuläufe cc müssen noch schärfer gemacht werden, als die Zeichnung zeigt. Die Haube muß aus Zink oder Weißblech bestehen und schwarz angestrichen sein. Die Hauben für Essen im fünften Capitel dieses Werks passen sehr gut für Lüftungshauben. Die Querschnitte der Oeffnungen für die Einführung der frischen Luft, wenn dieselbe durch Röhren oder Luftcanäle bewirkt wird, muß denen zur Abführung der unreinen Luft gleich oder etwas geringer sein. Wird die Luft auf ein Mal mittelst einer einfachen Oeffnung dem Innern zugeführt, so daß sie sich von selbst aus-

Fig. 13.



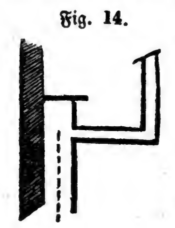
breitet, so muß der Querschnitt doppelt so groß sein als der der Oeffnungen zur Abführung der verdorbenen Luft. Die in den Röhren zusammengezogene Luft wird mit größerer Geschwindigkeit einströmen als bei einer einfachen Oeffnung und es wird dadurch die verschiedene Größe ausgeglichen.

Wir haben bei diesen praktischen Details nur von ihrer Anwendung auf die Kirchen allein geredet; der Praktiker wird aber leicht einsehen, daß dieselben Erfahrungen und Regeln auch auf die Ventilirung jedes andern öffentlichen Gebäudes angewendet werden können. Jedoch wollen wir einige kurze Bemerkungen über die Ventilirung von Hospitälern, Theatern rc. machen.

Im allgemeinen sind keine Gebäude mangelhafter ventilirt als Kirchen. Bei kohlensaurem Gase und den Feuchtigkeiten des Athmens, bei den Verbrennungsproducten von Gas, Oel oder Kerzen sehr bedeutende abkühlende Oberflächen der Fensterscheiben, Ausdünstungen von Todtengewölben, alles dies veranlaßt eine bedeutende Verunreinigung der Luft. Dazu kommt auch noch in vielen Kirchen eine sehr schlecht angelegte Heizung, die ebenfalls zur Verderbniß der Luft beiträgt.

Die Ventilirung der Kirchen ist durchaus noch nicht gehörig berücksichtigt worden, und doch sind es diejenigen Räume, in denen gewöhnlich viel Menschen zusammengedrängt sind und wo, wie schon bemerkt, viele Umstände zur Verunreinigung der Luft zusammenwirken. Besonders trifft dies viele der ältern Dorfkirchen, die viel eher zu einem Aufenthalte der Todten als der Lebenden passen, so daß sie für jeden empfindenden Menschen einen unangenehmen Aufenthaltsort bilden. Sehr nachtheilig ist es für den Prediger, in einer solchen verdorbenen Atmosphäre reden zu müssen, und es ist daher sehr zweckmäßig, die Kanzeln besonders zu ventiliren. Dies kann sehr leicht auf die in Figur 14 skizzirte Weise geschehen. Die frische Luft wird zwischen die doppelten Wände der Kanzel geführt und strömt durch Oeffnungen in der innern Wand so aus, daß der Redner von einer gesunden Atmosphäre umgeben ist.

Fig. 14.



Um unsern Lesern einen bestimmten Begriff von den Vorrichtungen zur Ventilirung der Kirchen zu geben, theilen wir hier die Skizzen Figur 15 und 16 mit. Figur 15 ist ein senkrechter Quer-

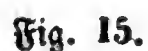
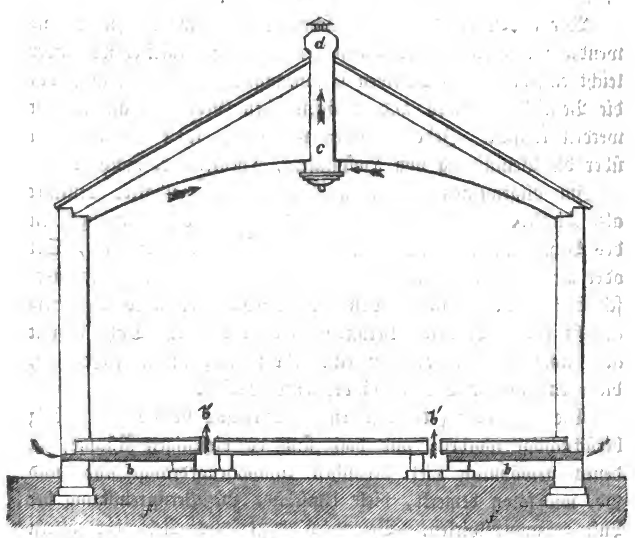
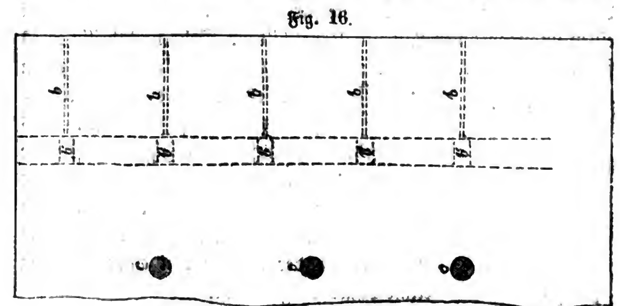


Fig. 15.



durchschnitt von einer Kirche und Figur 16 sind Theile des

Fig. 16.



Grundrisses von dem Boden und von der Decke; bb sind die Oeffnungen zum Einströmen der frischen Luft in den Wänden und die Unterlagen, welche den Fußboden tragen; b′b′ sind die Eintrittsöffnungen der frischen Luft in die Kirche; cc sind die Röhren zur Abführung der unreinen Luft; d ist die Klappe dieser Röhren.

Die Ventilirung der Hospitäler ist von der größten Wichtigkeit. Schlecht gelüftete Krankenhäuser haben den schädlichsten Einfluß auf die dahin gebrachten Kranken; sie sind die Ursache der so leicht einreißenden typhösen Fieber in den Lazarethen verwundeter Krieger, wodurch eine Sterblichkeit veranlaßt wird, welche noch weit bedeutender ist als die durch die Schlachten veranlaßte. Gewöhnliche Krankheiten, die bei einem richtigen Verlauf gar keine Gefahr haben, werden in der verdorbenen Atmosphäre der Krankenhäuser oft unbedingt tödtlich.

Bei der Ventilirung der Hospitäler muß man hauptsächlich dahin sehen, daß eine große Masse von frischer Luft herbeigeführt wird; wegen der mancherlei schädlichen Ausdünstungen muß diese Luftmenge viel bedeutender sein als die zur Ventilirung der Kirchen. Nach den gemachten Erfahrungen sind 6—8 Kub.-Fuß Luft für jedes Individuum nicht zu viel; die Ventilirungsröhren müssen auch viel verbreiteter und in weit größerer Anzahl vorhanden sein, als bei den Kirchen angenommen wurde, und sie müssen sämmtlich gleiche Höhe haben. Da, wo, wie es meistens der Fall ist, die Hospitäler mehrere Stockwerke über einander haben, können die Röhren zur Abführung der unreinen Luft nicht durch die Decke geführt werden, wie es bei den Kirchen der Fall war. Es müssen alsdann in den Gesimsen Oeffnungen angebracht werden, die zu Luftcanälen führen, die sich wiederum in einer weiten Röhre oder Esse auf dem Dachboden des Gebäudes vereinigen, und es müssen die Zweigröhren in den Wänden des Gebäudes angebracht werden. Jedoch müssen diese Ableitungsröhren sämmtlich sehr dicht sein, damit die verunreinigte Luft nicht durch Spalten und Undichtigkeiten wieder in das Zimmer gelangt. Die Canäle zur Einführung der frischen Luft müssen unter den Fußböden angebracht sein und die äußern Oeffnungen

derselben unter den Fenstern. Dieselben müssen mit weiten Gittern von Draht oder Zinkblech versehen sein, damit die Vögel nicht Nester in die Canäle einbauen. Die Oeffnungen in den Fußböden, durch welche die Luft in die Krankenzimmer tritt, müssen zwischen den Reihen der Betten angebracht sein, auch muß diese Luft vor ihrem Eintritt durch feine Zinkblechsiebe möglichst vertheilt werden. Es ist von großer Wichtigkeit, die frische Luft, welche den Krankenzimmern zugeführt wird, vorher zu erwärmen, und es werden im fünften Capitel dieses Werks die besten Mittel angegeben werden, um eine solche Luftheizung zu bewerkstelligen. Die sogenannten Water-closets oder geruchlosen Abtritte, die ebenfalls ein wesentliches Bedürfniß der Hospitäler sind, müssen besonders ventilirt werden.

Die Ventilirung der Schulen ist nicht minder wichtig als die der bereits erwähnten öffentlichen Gebäude. Sowohl auf den redenden Lehrer als auf den zartern Organismus der Schüler und Schülerinnen hat schlechte Luft einen sehr nachtheiligen Einfluß, weshalb es also Pflicht des Staats und der Gemeinden ist, die Schulen gehörig zu ventiliren. Da die Schulgebäude größtentheils aus mehreren Stockwerken bestehen, so muß man die Apparate ebenso einrichten wie bei den Krankenhäusern, oder auf die im nächsten dritten Capitel angegebene Weise. Besonders ist ein Plan sehr zweckmäßig, wobei die Canäle für die frische Luft nicht in das Innere der Zimmer angebracht wurden, um dort die Luft weiter zu verbreiten. Wir brachten große Oeffnungen in den äußern Wänden an, deren Querschnittsoberfläche im Verhältniß zu der Anzahl der Schüler in den Classenräumen stand und die bis in's Innere der Classen gingen; der Boden derselben lag in einer Höhe mit dem Fußboden. Vor einer jeden von diesen Oeffnungen wurde ein rundes Ventil von Weißblech angebracht und mit einer Oeffnung zum Oeffnen und zum Verschließen versehen. Vor diesen Ventilen befanden sich hölzerne Büchsen, deren Vorderseite aus einem feinen Siebe von Zinkblech bestand. Die Canäle zur Ableitung der unreinen Luft befanden sich in der Mitte des Zimmers und waren durch den Dachbodenraum geführt. Die untere Oeffnung der Röhren zur Abführung

der unreinen Luft war mit einer durchbrochenen Verzierung verblendet und etwa 18 Zoll darunter war eine Lampe aufgehängt, deren Verbrennungsproducte durch die Röhren abgeführt wurden, die aber zugleich den wichtigen Zweck erfüllte, durch die Erwärmung und Verdünnung der Luft die Ventilirung wesentlich zu befördern.

Da der Ventilirungsplan, den wir so eben mitgetheilt haben, nur sehr wenige Kosten verursacht, indem dabei Canäle unter dem Fußboden und vergitterte Oeffnungen nicht erforderlich sind, so wollen wir hier eine genaue Beschreibung von der Art und Weise der Einrichtung der Ventile und Büchsen geben. Wir wollen annehmen, daß die Oeffnung für das Einströmen der frischen Luft in der Wand einen Durchmesser von 10 Zoll habe. Es muß daher ein starkes Weißblech von 12 Zoll Diameter kreisrund geschnitten und in der Mitte eine Oeffnung von 10 Zoll Durchmesser eingeschnitten werden, so daß ein 2 Zoll breiter Kranz zurückbleibt. Nun mache man einen 1½ Zoll breiten und 10 Zoll weiten Ring ebenfalls von Weißblech, löthe die eine Kante desselben auf den Kranz, so daß beide rechtwinklig auf einander stehen. Ferner schneide man einen andern Kranz, der schwache 10 Zoll im Durchmesser hat, aus, so daß er gut in die innere Seite des Ringes paßt. Auf die eine Seite desselben löthe man einen Streifen von viereckigem Metall, welches eine Länge von 8 oder 9 Zoll haben muß. In der Mitte des Randes von dem Ringe und an zwei entgegengesetzten Seiten stoße man zwei Oeffnungen von ¼ Zoll Diam. aus. Dann verschaffe man sich ein Stück Draht, bringe das Ventil in den Ring, so daß die obigen Löcher mit den Oeffnungen in den Metallstreifen zusammenfallen, der auf der Oberfläche des Ventils festgelöthet ist; dann stecke man den Draht durch die obere Oeffnung und durch die entgegengesetzte Oeffnung in dem Ringe und hämmere den Metallstreifen auf dem Drahte fest. Dreht man nun den Draht, so dreht sich das Ventil auch; das obere Ende des Drahtes muß aber gebogen sein, so daß es mit dem Ventil, wenn dasselbe geschlossen ist, zusammenpaßt. Schlägt man nun Löcher in den äußern Ring, so kann das Ventil an der Wand und der Oeffnung gegenüber befestigt werden.

Die vor dem Ventil angebrachte Büchse muß aus Holz angefertigt und verziert sein. An der vordern Seite der Büchse ist ein feiner Siebboden von Zinkblech angebracht. Da die Wand, an welcher die Büchse befestigt ist, auch dicht auf dem Boden aufsteht, so werden nur die beiden Seitenwände und der Deckel aus Holz angefertigt, da auch die vordere Seite aus Zinkblech besteht. Der Griff des Ventils muß durch den obern Theil der Büchse gehen und so gebogen sein, daß, wenn das Ventil geschlossen ist, der gebogene Theil parallel mit der Wand liegt. In rechtem Winkel damit gedreht, ist das Ventil geöffnet. Man kann auch einen Zeiger und ein Zifferblatt anbringen.

Bei der Ventilirung von Theatern ist es von Wichtigkeit zu bemerken, daß eine starke Bewegung der Luft in den mittleren Theilen einen nachtheiligen Einfluß auf die akustischen Verhältnisse hat. Die Röhren zur Ableitung der unreinen Luft aus dem Innern des Theaters müssen in der Nähe der Seiten angebracht werden, wie z. B. hinter den Sitzreihen in den Logen ꝛc., und die Röhren müssen sich in den Wänden befinden, oder wenn sie außerhalb angebracht sind, müssen sie mit Verzierungen verblendet sein. Der Ventilator in der Mitte unter dem großen Kronleuchter muß nicht zu groß sein und man muß seinen Querschnitt durch leicht zu regulirende Register größer oder kleiner machen lassen. Die Logenreihen und Gallerien werden dadurch ventilirt, daß man ihnen die frische Luft von außerhalb in der Höhe ihrer Böden zuführt. Die Ventilirung namentlich der obern Logenreihen und der eigentlichen Gallerie ist daher sehr leicht. Die Canäle für die unreine Luft müssen auf dieselbe Weise durch das Dach geführt werden wie bei den Kirchen. Das Parterre muß durch kleine Oeffnungen im Boden oder durch 5—6 Zoll breite und mit Gittern versehene, die unter den abwechselnden Sitzen angebracht sind, mit frischer Luft versehen werden. Im Winter muß die Luft erwärmt werden können. Von der Ventilirung der Logen redeten wir schon bei der der Gallerien, allein noch zweckmäßiger ist es, die frische Luft in die Doppelwände der Logenbrüstungen zu führen, um sie durch Oeffnungen auf dieselbe Weise ausströmen zu lassen, wie wir in Figur 14 zeigten. Die

Bühne muß durch Canäle zur Abführung der unreinen Luft, die an der äußersten Hinterwand angebracht sind, ventilirt werden. Diese Canäle müssen mit leicht zu bewegenden Ventilen versehen sein, die sich nach innen öffnen und die in verschiedenen Höhen angebracht sein müssen. Durch dieselben werden, wenn es erforderlich ist, die Producte der Verbrennung, wie Schüsse, Feuerwerke zc., die bei theatralischen Vorstellungen häufig vorkommen, in die freie Luft abgeführt. An der Decke über der Bühne muß auch eine Lüftungsröhre angebracht und unter eigene Beaufsichtigung gestellt werden. Durch die Befolgung der erwähnten Angaben, deren Einzelheiten jedoch nach Localverhältnissen sehr verschieden sind, kann ein Theater leicht und hinreichend ventilirt werden.

Bei der Ausführung der Pläne zur Ventilirung öffentlicher Gebäude muß eins besonders sorgfältig berücksichtigt werden, und das ist Schonung der Beleuchtung. Wir haben bereits gezeigt, daß die Luft durch die Producte der Verbrennung sehr verunreinigt wird; es ist daher nothwendig, die Producte, sobald sie verbrannt sind, sogleich abzuführen. Bei unsern Regeln zur Bestimmung des Querschnitts der Oeffnungen zur Abführung der unreinen Luft haben wir gezeigt, daß diese Ursache der Luftverderbniß berücksichtigt worden ist; und in allen Fällen, wo diese unsere Vorschriften gehörig ausgeführt worden sind, dürfen wir nicht zweifeln, daß die Producte der Verbrennung sehr rasch abgeführt werden. Wo man aber die Kosten nicht so ängstlich zu berücksichtigen braucht, ist es zweckmäßiger, die Beleuchtung besonders zu ventiliren. Dies erreicht man am besten dadurch, daß man einen durchsichtigen Schirm über die Lichter anbringt, der gar keine Verbindung mit dem Innern des zu erleuchtenden Raumes hat, sondern die Producte der Verbrennung sofort durch eine Röhre nach außen abführt. Aus dem praktischen Gesichtspunkte betrachtet, ist die dadurch veranlaßte Ventilirung der Räume hinreichend, indem die Lichter die Luft aus dem Zimmer an sich ziehen und die verdorbene abführen. Die sogenannte Bude-Beleuchtung erleuchtet die Zimmer nicht allein, sondern ven-

tilirt sie auch hinreichend. Wir kommen im nächsten dritten Capitel hierauf zurück und werden weiter darüber handeln.

Wollten wir die verschiedenen Pläne betrachten, die zur Ventilirung öffentlicher Gebäude vorgeschlagen worden sind, so würden wir sehr viel Platz gebrauchen und die Grenzen dieser kleinen Schrift, die sich hauptsächlich auf das Praktischste und Nöthigste beschränkt, weit übersteigen. Diejenigen von unsern Lesern, die sich genauer über diesen Gegenstand unterrichten wollen, verweisen wir auf die in der Vorrede mitgetheilten Schriften. Sehr erschöpft wurde der Gegenstand bei dem Baue der neuen Parlamentshäuser zu London durch Dr. Reid. Einer Erwähnung verdient auch die von dem Engländer Arnot vorgeschlagene Saugpumpe, die zur Lüftung und zum Wetterwechsel in den Bergwerken sehr häufig zur Anwendung kommt, mit Zeugventilen und mit einem Kolben versehen ist und durch einen Knaben leicht bewegt werden kann. In einigen Fällen, wo die auf die früher angegebene Weise eingerichtete Ventilirung nicht ausgeführt werden kann, hat eine solche Pumpe, mit Canälen in Verbindung gesetzt, eine sehr gute Wirkung.

Ein anderer Plan wurde von dem Engländer Chowne vorgeschlagen, der zur Ventilirung den Heber gebrauchen will. Der kürzere Schenkel eines solchen Hebers wird nämlich in den zu ventilirenden Raum geführt, während der längere Schenkel auswärts angebracht ist und die Luft abführt. Man bringe die Mündung des kürzern Schenkels da an, wo sie den Strom aufnehmen kann, und führe ihn z. B. in die Esse (in Gruben in einen Schacht) so daß Esse oder Schacht als der längere Schenkel wirken, und man hat sogleich eine vollständige Circulation hergestellt. Das Bemerkenswerthe bei dieser Anwendung des Hebers besteht darin, daß er mit der Luft umgekehrt als mit Wasser wirkt: indem jene in dem kürzeren Schenkel in die Höhe steigt und in dem längeren niederfällt. Daß die Luft in der gebogenen Röhre sich zu der umgebenden Atmosphäre wie Wasser oder ein anderer schwerer Körper verhält, geht aus den erlangten Erfahrungen deutlich hervor. Ein solcher Heber ist höchst einfach und in den meisten Fällen leicht anzubringen.

Leichte Gase gehen, wenn sie erwärmt sind, in dem kurzen Schenkel abwärts und steigen in dem längeren aufwärts, wo die Luftsäule kälter und schwerer ist. Will man nun die Heber zur Ventilirung öffentlicher Gebäude, z. B. einer Kirche anwenden, so muß dahin gesehen werden, daß dem Innern eine hinreichende Menge reiner Luft zuströmt, weil dadurch die Fortschaffung der verdorbenen am leichtesten bewirkt werden kann. Der kurze Schenkel der Heber muß an gewissen verschiedenen Punkten in den Decken über den Seitenflügeln, sowie unmittelbar unter und über den Emporkirchen angebracht werden, während man die hölzernen Röhren, von denen wir weiter oben geredet haben, über der Decke des Hauptschiffs anbringt. Die Regeln zur Bestimmung der Oberflächenquerschnitte der Heberröhren werden auf dieselbe Weise bewirkt wie bei den oben beschriebenen anderen Röhren.

Bei schon vorhandenen Gebäuden würde es kostbar sein, die Heberschenkel in den Wänden anzubringen, und es ist daher zweckmäßig, sie an die äußern Wände zu befestigen und durch Verzierungen zu verdecken.

Architekten werden begreifen, daß durch Annahme der oben beschriebenen Pläne nicht allein der Zweck der Ventilation der Gebäude und einzelner Zimmer derselben erreicht, sondern auch der Schwamm und die trockene Fäule des Zimmerholzes, der Fußböden 2c. vermieden wird, welches Letztere ebenfalls eine sehr wichtige Sache ist. Bei dem Entwurf und der Ausführung neuer Gebäude muß daher der Architekt die Ventilirung wohl berücksichtigen, da sie alsdann weit leichter und zweckmäßiger auszuführen ist, als wenn ein Gebäude ohne dieselbe aufgeführt worden; der Gegenstand ist weit wichtiger, als man im ganzen annimmt.

Bei der Anordnung der Ventilirung, die durch einfache Oeffnungen mit Ventilen bewirkt wird, sowie wir sie weiter oben beschrieben haben, muß genau darauf gesehen werden, wie vie Menschen sich in dem Gebäude versammeln sollen, um sogleich die Anzahl und die Größe der Oeffnungen danach einzurichten, und dasselbe muß auch bei allen übrigen in der Mauer ange-

brachten Oeffnungen berücksichtigt werden, weil eine spätere Vergrößerung oder Verkleinerung der Oeffnungen mühsam und dem Baue nachtheilig ist.

Drittes Capitel.

Die Ventilirung der Wohnzimmer, Wohnhäuser, Kaufläden u. s. w.

Die Ventilirung kleinerer Räume hat mancherlei scheinbare Schwierigkeiten, die hauptsächlich aber nur in den verschiedenen Plänen zu suchen sind, die man zur Erreichung des Zweckes vorgeschlagen hat. Nun sind die Einzelheiten dieser Ventilirungspläne wenigstens dem Anscheine nach selbst dann verwickelt, wenn das Princip auch einfach ist, so daß viele Leute dadurch abgehalten werden, ihre Zimmer mit der so wohlthätigen Lüftung zu versehen. Dies ist um so mehr zu bedauern, da, wie in den beiden vorhergehenden Capiteln zur Genüge dargethan worden, die Lüftung der menschlichen Wohnungen einer der wichtigsten Gegenstände des Haushaltes und des Gesundheitszustandes ist. So wichtig auch die Ventilirung öffentlicher Gebäude, wie der Gegenstand des vorigen Capitels war, ist, so steht dieselbe doch in gar keinem Vergleich zu der hohen Wichtigkeit der Ventilirung derjenigen Räume, in denen der Mensch sich den größten Theil seiner Lebensdauer aufhält, da der Aufenthalt in Kirchen, Schulen, Theatern rc. doch stets ein der Zeit nach beschränkterer ist. Wir haben schon im vorhergehenden Capitel des weiteren davon geredet, wie dies hauptsächlich die Wohnungen der mittlern und niedern Classen der Bevölkerung, also den bei weitem größern Theil von dem Volke trifft. Diese zahlreichen und wichtigen Classen des Menschengeschlechts bedürfen der Belehrung auch in dieser Beziehung am meisten, um so mehr, da sie weit mehr

als die gebildetern und vornehmen Classen, Vorurtheilen anhängen und überhaupt der Belehrung unzugänglicher sind. Wir werden daher in dem vorliegenden Capitel so deutlich als möglich reden, nur kurz und praktisch von den einfachsten Arten der Zimmerlüftung handeln.

Der erste Punkt betrifft die Herbeischaffung der frischen Luft, und es muß eine besondere Aufmerksamkeit auf die Quelle verwendet werden, von der man sie entnimmt. Gar zu häufig ist in Folge der mangelhaften Beschaffenheit der Abzugscanäle und der Cloaken die Luft in der Nähe unserer Wohnungen sehr verunreinigt. Ist dies der Fall, so muß die Luft, mit welcher wir unsere Wohnungen ventiliren wollen, aus größerer Entfernung herbeigeholt werden.

Um die Häuser mit Luft zu versehen, giebt es zwei Methoden, durch welche dies bewirkt werden kann: entweder den Flur oder die sogenannte Halle und den Treppenraum mit vieler frischer Luft, oder jedes einzelne Zimmer mit der für dasselbe erforderlichen Menge Luft zu versehen. In allen Fällen, wo architektonische Rücksichten es gestatten, ist der letztere Plan am meisten zu empfehlen. Bei der erstern Methode läuft man wegen der Menge der Strömungen, welche durch Thüren und Fenster, die mit dem Treppenhause in Verbindung stehen, Gefahr, daß ein Zimmer mehr gelüftet wird als das andere, ja manches gar nicht. Dies ist z. B. sehr leicht der Fall, wenn das Gesellschaftszimmer seinen Bedarf an frischer Luft von einem benachbarten Zimmer erlangt, aus welchem die frische Luft leichter einströmen kann, als aus dem Flur oder der Halle. Bei sehr großen Wohngebäuden, Palästen oder Schlössern läßt sich übrigens die erste Methode am leichtesten anwenden.

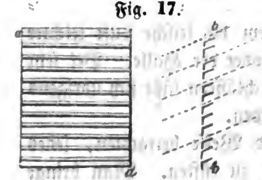
Wir wollen zuvörderst die Art und Weise betrachten, jedes Zimmer unabhängig von dem andern zu lüften. Man bringe eine Oeffnung von hinreichender Größe, berechnet auf die in vorhergehendem Capitel angegebene Weise, in der äußern Mauer unter dem Fenster an. Um dem Ansehen nicht zu schaden, muß die erforderliche Oberfläche in mögligst gleiche Theile getheilt, und es müssen correspondirende Oeffnungen in der Wand angebracht

werden; die beste Form ist ein Oblongum von circa 6'' Länge und $1-1\frac{1}{2}$'' Breite. Man muß diese Oeffnungen an der Außenseite mit Siebböden von Zinkblech bedecken. Da wo diese Oeffnungen mit dem Innern des Zimmers in Verbindung stehen, muß das Pannel mit Löchern versehen sein, die man entweder ebenfalls mit Siebböden oder Haartuch bedeckt, oder offen läßt. Auch kann man die Luft mitten ins Zimmer führen, etwa da, wo eine Tafel steht, unter welcher man in dem Fußboden Löcher anbringt. Ist das Zimmer mit einem Teppich versehen, so dient derselbe zur Verbreitung der Luft. Wird ein Haus erst angelegt, so kann der Architekt sehr leicht Canäle im Innern der Wände anbringen, welche die Luft nach jedem beliebigen Orte zu führen vermögen, wie wir schon in dem vorigen Capitel sahen.

Da wo sich aber ein solcher Plan nicht durchführen läßt, kann man den folgenden annehmen. Aus dem Fenster, welches von dem Ofen am entferntesten liegt, nimmt man einen obern Flügel heraus und ersetzt ihn durch einen feinen Siebboden von Zinkblech oder durch fein durchbohrte Glasscheiben, die jetzt zu diesem Zwecke angefertigt werden. Es sind diese Lüftungsfenster um so zweckmäßiger, da sie auch durchaus kein übles Ansehen haben.

Figur 17 giebt eine Skizze von weißblechernen Fensterventilatoren. Es werden nämlich stumpfwinklig gebogene Weißblechstreifen von der Länge wie die Breite der Fensterscheibe, die aus dem Flügel herausgenommen worden ist, und deren Form man bei aa und bb sieht, herausgenommen. Die senkrechte Höhe der Streifen beträgt ungefähr $\frac{1}{4}$'' und die schräg nach aufwärts laufende Breite etwa $\frac{3}{8}$''. Man kann aber auch die horizontalen Streifen nach abwärts biegen, und hängt dies davon ab, wie man den Wind in die Räume, welche ventilirt werden sollen, einströmen lassen will. Auf unserer Abbildung geben die punktirten Linien die Richtung der Luft an.

Fig. 17.



Führt man den Fluren oder Treppenhäusern großer Häuser

oder Paläste frische Luft zu, von wo aus alsdann alle Zimmer gelüftet werden, so muß man nur dahin sehen, daß eine hinreichende Menge Luft dort angehäuft wird. Kann dieselbe erwärmt werden, worüber wir im fünften Capitel das Nähere sehen werden, so ist dies ein wesentliches Beförderungsmittel der Ventilirung. Die Luft muß am Boden des Flurs oder Treppenhauses einströmen, wozu das Wandgetäfel, welches man zu dem Ende mit Löchern versehen kann, die man offen läßt, oder mit Siebböden von Zinkblech bedeckt, sehr zweckmäßig ist. Wird das Treppenhaus von oben durch eine Glaskuppel beleuchtet, so muß dieselbe sorgfältig verschlossen bleiben. Der in solchen Fällen zu erreichende Zweck besteht darin, jedes Zimmer mit den Mitteln zu versehen, die verbrauchte und verunreinigte Luft wegschaffen und dagegen eine erforderliche Menge reiner Luft aus dem Hauptmagazine herbeiführen zu können; nur dadurch allein kann eine gehörige Ventilirung der Zimmer erreicht werden. Hätte die Glaskuppel der Treppenhäuser Oeffnungen, so würde dadurch ein sehr mächtiger Zug nach aufwärts veranlaßt und der Zug der Luft in die Zimmer würde sehr verzögert, wo nicht gänzlich aufgehalten werden. Hin und wieder hat man den Vorschlag gemacht, die verunreinigte Luft durch Oeffnungen in der Treppenhauskuppel oder auf eine ähnliche Weise zu entfernen. Nun ist es aber einleuchtend, daß die Wirkung einer solchen Anordnung unserer Meinung nach ein beständiger Kampf, wenn wir uns dieses Ausdrucks bedienen dürfen, zwischen den Strömungen der frischen Luft, welche Zutritt zu den Zimmern zu erlangen suchen würden, und zwischen dem stärkern Zuge nach den Oeffnungen in der Treppenkuppel, wodurch die Strömungen nach den Zimmern geschwächt werden müßten, sein würde. Ohne allen Zweifel werden die Ströme der frischen Luft durch den untern Theil der Zimmerthüren 2c. eindringen, während die verunreinigte Luft durch den obern Theil ausströmen wird, und zwar sicher von einander getrennt; dennoch würden aber, wie schon bemerkt, die natürlichen Strömungen der frischen Luft in diesem Falle wesentlich verzögert werden. Es ist also ganz einleuchtend, daß in den Kuppeln der Treppenhäuser keine Oeffnungen vor-

handen sein müssen. Eine Lüftung des Hausflurs oder Treppenhauses, kurz der Magazine der frischen Luft, ist gar nicht nöthig, da sie durch die Lüftung der mit ihr verbundenen Zimmer hinlänglich bewirkt wird. Die Zimmer müssen nothwendig mit Ventilirungsapparaten zur Abführung der verunreinigten Luft versehen sein, und es wird durch dieselben eine ununterbrochene Strömung unterhalten werden; die Zimmer entnehmen ihren Bedarf an frischer Luft aus dem Flur, Treppenhause ꝛc., während sie auch zu gleicher Zeit die benutzte Luft derselben abführen.

Bei einem solchen Ventilirungssystem ist jedoch eine Gefahr vorhanden, welche bei größeren Häusern sehr leicht eintritt. Diese besteht nämlich darin, daß, wenn nicht jedes Zimmer gehörig ventilirt wird, die verunreinigte Luft aus demselben Zutritt zu dem Centralmagazin erlangt, sobald die Thür geöffnet ist, wodurch demnach die Luft in dem Magazine verdorben wird. Auch werden manche Zimmer, sobald sie stärkere Ventilirungsapparate haben, ihren Bedarf aus einem andern Zimmer entnehmen, welches den Beweis liefert, daß das Hauptmagazin einen großen Vorrath aufnehmen müsse. Besteht ein solches großes Wohnhaus aus mehreren Stockwerken, so muß ein jedes für sich getrennt mit frischer Luft versehen werden, sobald die Treppe eines jeden Stockwerkes von dem des andern getrennt und nicht eine große Treppe für alle Stockwerke vorhanden ist. Dies wird dadurch bewerkstelligt, daß man in den äußern Wänden Oeffnungen anbringt und den Corridor einer jeden einzelnen Etage mit frischer Luft versieht. Die Oeffnungen, wodurch man jedem einzelnen Zimmer die frische Luft zuführt, müssen dicht am Boden und hinter dem Getäfel angebracht sein, welches alsdann, wie schon wiederholt bemerkt, mit durchlöchert sein muß; oder auch, man läßt die frische Luft auf die ebenfalls schon angegebene Art und Weise in die Mitte des Zimmers ausströmen.

Aus dem Gesagten wird deutlich hervorgehen, daß das Verfahren, jedes Zimmer für sich zu ventiliren, weit zweckmäßiger ist als eine allgemeine Lüftung von dem Treppenhause aus. Die auf diese Weise ventilirten Zimmer und übrigen Räume werden nur so viel Luft aufnehmen, als sie nöthig haben, und werden

nie entgegengesetzten Einflüssen unterworfen sein. Bei diesem System müssen die Treppenhäuser speciell ventilirt werden, indem man die frische Luft auf dem Flur auffängt und in der Glaskuppel oder in deren Nähe eine Oeffnung zur Abführung der verunreinigten Luft anbringt. Man muß dahin sehen, daß der aufsteigende Strom ungehindert und leicht stattfindet.

Das Nächste, was wir nun zu betrachten haben, ist die Abführung der benutzten Luft aus den Zimmern. Dazu kann man sehr zweckmäßig ein Ventil anwenden, wobei nur dahin gesehen werden muß, daß man dasselbe gut anbringt. Es besteht aus einer quadratischen eisernen Röhre von 3—6″ Diam. und so lang, daß die äußere Oeffnung mit der Zimmerwand in gleicher Linie steht, während die andere in das Kamin tritt. Gewöhnlich sind diese Röhren oder Büchsen 4—6″ lang. Die in das Zimmer tretende Oeffnung ist mit irgend einem Gitterwerk versehen, hinter welchem ein Stück gewöhnliches geöltes seidenes Zeug hängt, welches als Ventil wirkt, so daß die warme und verdorbene Luft in das Kamin strömen kann, wogegen Rauch in das Zimmer zu bringen verhindert wird. Figur 18 giebt einen Begriff von einem solchen Ventil: aa ist die eiserne Büchse; cc das Stückchen geöltes seidenes Zeug; dd die Zimmerwand. Die Anlagekosten eines solchen Ventils übersteigen 1 Thaler nicht. Nach den von einem englischen Arzte in Krankenzimmern angestellten Beobachtungen ist die Wirksamkeit eines solchen Ventils ganz außerordentlich gut, indem die üblen Gerüche sofort abgeführt wurden. In England wendet man sie sowohl in Wohn- als auch in Schlafzimmern sehr häufig an. Ebenso sind sie durch mehrere Londoner Gesellschaften, deren Zweck es ist, die Armeen mit warmer Winterkleidung zu versehen, in deren Wohnungen eingeführt, da gesunde Luft unbedingt zu den nothwendigsten Lebensbedingungen gehört und man ja nicht glauben darf, daß die ärmere Classe die Einwirkungen einer ungesunden Atmosphäre leichter ertragen könne, als die verwöhnteren Abtheilungen der menschlichen Gesellschaft. Ein kurzer Aufenthalt in

Fig. 18.

unreiner Luft hat bei weitem nicht den nachtheiligen Einfluß wie ein fortwährender bei Tage und während des Schlafes.

Man fertigt die Ventile aber auch von dünnem Metallblech an und hängt sie so auf, daß sie sich bei dem leisesten Hauche bewegen. Freilich sind Ventile dieser Art etwas kostbarer, kosten aber dennoch kaum 2 Thaler. Es muß hauptsächlich dahin gesehen werden, daß die Ventile dicht schließen, damit kein Rauch in das Zimmer dringt. Wenn sich die Ventile auch in ungeheizten Zimmern nicht so leicht öffnen, so ist es doch jedenfalls der Fall, wenn in dem Kamine oder dem Ofen Feuer befindlich und die Luft in der Esse recht verdünnt ist.

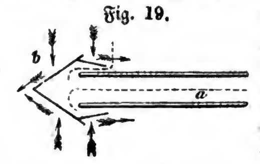
Der berühmte Tredgold führt folgendes System zur Fortschaffung der verdorbenen Luft an: Wenn ein umgekehrter Heber mit dem einen Schenkel in den Kamin gelegt wird, und zwar so nahe an das Feuer, daß die Luft in diesem Schenkel wärmer sein wird als in dem andern, so wird eine Bewegung stattfinden; denn es wird die Luft in dem warmen Schenkel und von diesem aus in der Esse in die Höhe steigen, und in dem kalten Schenkel wird eine abwärts gehende Strömung der in dem Raume befindlichen Luft stattfinden. Um der Anwendung dieses Princips einen guten Erfolg zu gewähren, muß die Mündung der Röhre an der Zimmerdecke angebracht sein; der unterste Theil der Curve muß sich so viel als möglich unter dem Punkte befinden, wo die Feuerung stattfindet, und die Oeffnung, durch welche die Luft in die Esse strömt, muß eine solche Form haben, daß der Ruß nicht in die Röhre niederfallen kann; ebenso muß die Mündung auch mit einem Register versehen sein, um die Röhre zu verschließen, oder um die Ventilirung zu reguliren. Man wird einsehen, daß es keine Schwierigkeit hat, eine solche Heberröhre in der Kaminbrust oder so in dem Ofen anzulegen, daß der eine Schenkel gehörig erwärmt wird. Man muß daher den tiefsten Punkt in die Nähe des Rostes oder in den Feuerkasten des Ofens bringen, damit er gehörig erwärmt werde.

Die neue Art der Zimmerventilirung, worauf Dr. Chown in England patentirt ist, und welche wir bereits im zweiten Capitel beschrieben, steht im directen Gegensatz zu dem Tredgold'-

schen Plan. Die einzige Wirkung derselben würde die sein, den Rauch in den kurzen Schenkel niederzuführen und durch den langen in den Raum, welches aber etwas sehr Unerwünschtes ist. Wenn unsere Leser zum zweiten Capitel zurückgehen wollen, wo wir diesen Plan beschrieben, so werden sie sehen, daß, so viel auch der kurze Schenkel erwärmt werden mochte, die aufsteigende Strömung in dem langen Schenkel doch fortdauerte. Aus den gelungenen Versuchen, welche angestellt worden sind, und wegen der Thatsache, daß das Princip bei der Ventilirung von Gebäuden wirklich mit Erfolg angewandt worden ist, halten wir es für zweckmäßig, unter gewissen erleichternden Umständen einen Versuch mit der Erfindung des Dr. Chown anzustellen.

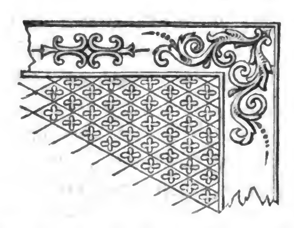
Als eine wirksame Modification des Arnot'schen Princips können wir die Annahme des folgenden Planes empfehlen. Es hat oft besondere Schwierigkeiten, das Ventil richtig aufzuhängen, und demnach ist es nicht ganz zu vermeiden, daß der Rauch in den Raum gelangt. Mit der obigen Vorrichtung macht es gar keine Schwierigkeiten, den Rauch von den Zimmern abzuhalten. Man bringe in der Zimmerwand 6″ unter dem Gesims und über dem Ofen oder dem Kamin eine Oeffnung an, deren Größe im Verhältniß zu der des Zimmers steht; man messe von der äußern Kante der Oeffnung bis zu einem Punkte, der so nahe als möglich der Mitte der Essenröhre liegt. Darauf richte man eine Röhre von Weißblech a, Figur 19 vor, der man die gemessene Länge giebt, und über dem in der Esse befindlichen Ende bringe man eine Haube b an. Die Oeffnung in der Wand muß groß genug sein, daß die Röhre mit ihrer Haube durchgesteckt und in die Esse geführt werden kann, und wenn das andere Ende mit der Wand in einer Fläche liegt, so schiebe man eine Messing- oder Weißblechplatte, die verziert ist, darüber und verstreiche die Kanten luftdicht, so daß die Verbindung zwischen dem Zimmer und dem Kamin nur durch die Röhre stattfinden kann. Ueber die Röhrenöffnung wird irgend eine Verzierung angebracht, um dieselbe zu verblenden. Die

Fig. 19.



punktirten Linien auf der Figur weisen die Strömung der benutzten Luft aus dem Zimmer nach dem Kamine nach. Wird der Rauch in dem Kamine abwärts getrieben, so kann er nicht füglich in die Röhre eintreten, da er, wie die Pfeile nachweisen, von der übrigen Haube abgelenkt wird. In den resumirenden Bemerkungen zum fünften Capitel wird über die Verhinderung des in den Essen niedergehenden Rauchs näher geredet werden.

Fig. 20.



Figur 20 zeigt die Skizze einer Verzierung, die vor den Ventilatorenöffnungen angebracht wird. Die zum Ansaugen der verdorbenen Luft in den Zimmern beschriebenen Ventilatoren werden am wirksamsten sein, wenn sie mit einem Kamin oder einem Ofen, in welchem ein Feuer unterhalten wird, in Verbindung stehen. Jedoch kann dies im Sommer, wo die Ventilirung sehr nothwendig ist, nicht der Fall sein. Ist aber das Zuströmen frischer Luft zweckmäßig angeordnet, so braucht man nur die weiter oben beschriebenen Hängeventile zu öffnen, worauf sofort eine aufwärts gehende Luftströmung in dem Kamine stattfinden wird. Auf diese Weise erreicht man auch im Sommer eine hinlängliche Ventilirung, und es wird die beschriebene Röhre ohne irgend eine Veränderung wirken. Dr. Chown's Ventilator wird im Sommer ebenso gut wie im Winter wirken.

Ein Architekt theilte dem Verfasser einen Plan zur Zimmerventilirung mit, den er bei mehreren Landhäusern mit gutem Erfolg ausgeführt hatte, der aber sogleich zur ersten Anlage des Gebäudes gehört. An der Decke des Zimmers über dem Gesims wird eine enge Oeffnung angebracht, und diese steht mit einem Canal in Verbindung, der zwischen der Zimmerdecke und dem Boden des obern Stockwerkes zwischen den Balken liegt; der Canal wird in die freie Luft hinausgeführt. Die frische Luft wird durch Oeffnungen im Getäfel oder im Fußboden des Zim-

mers auf die schon oft beschriebene Weise eingeführt. Diese Ventilirung hat einige praktische Schwierigkeiten, allein wenn sie sofort beim Aufbau des Hauses ausgeführt wird, so ist sie wenigstens nicht theurer als jede andere Ventilirung.

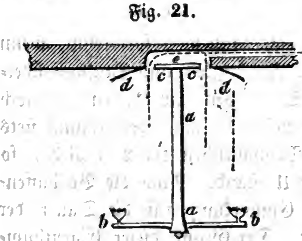
In Privatwohnungen ist Schonung des Geleuchtes ein sehr wesentlicher Punkt. Verbrennt man Gas, so müssen die Producte der Verbrennung sofort abgeführt werden; wo Kerzen und Oellampen benutzt werden, führt man die Verbrennungsproducte durch die Ventilirung ab. Alle sogenannten Kronleuchter aber, die unveränderlich an einem festen Punkt an der Decke aufgehängt sind, müssen mit Mitteln zur sofortigen Abführung ihrer Verbrennungsproducte versehen sein. Diese Verbrennungsproducte sind im höchsten Grade nachtheilig für das thierische Leben und es ist daher sehr wünschenswerth, sie ebenso gut abführen zu können wie die Verbrennungsproducte unserer Kamine und Oefen. Da, wo die Beleuchtung eines Zimmers die gewöhnliche ist, d. h. wo sie aus Kerzen oder Lampen besteht, erzeugt sich so wenig Kohlensäure und Feuchtigkeit, daß eine besondere Abführung derselben kaum nöthig ist. Gut gereinigtes Gaslicht entwickelt ebenso wenig schädliche Substanzen während seiner Verbrennung wie Wachs-, Talg- und Stearinkerzen oder wie gut eingerichtete Oellampen; allein wegen seiner Wohlfeilheit als Beleuchtungssubstanz wendet man gewöhnlich viele Flammen zur Beleuchtung an, wenn man damit andere Lichtarten ersetzen will. Ferner gelangt in alle mit Gas beleuchteten Räume eine größere oder geringere Menge von unverbranntem Gase und dies hat eine nachtheilige Einwirkung, wenn das Zimmer nicht besonders ventilirt ist. Eine andere Eigenthümlichkeit der Gasbeleuchtung besteht darin, daß es auch dann noch fortbrennt, wenn die Atmosphäre mit Kohlensäure, Feuchtigkeit und Stickstoff überladen ist, während gewöhnliche Oellampen und Kerzen nur noch schlecht brennen. Da dies nun bei der Zimmerbeleuchtung stets eine Anzeige von der schlechten Beschaffenheit der Luft giebt, so ist dies ein wohl zu beachtender Umstand. Auch die Beschaffenheit des Gasbrenners hat eine Einwirkung auf die Dauer der Flamme in der verdorbenen Luft. Der Grund dieser Eigenthüm-

lichkeit der Gasflamme ist sehr einleuchtend, wenn wir berücksichtigen, daß eine gewöhnliche Gaslampe mit bereits gebildetem Gase versehen ist, während Oel und Kerzen auch zur Erzeugung des Gases Hitze erfordern, die außerdem zur Verbrennung des Gases nöthig ist.

Alle durch Oellampen oder durch Kerzenlicht verunreinigte Luft, wenn ihre Bewegungen nicht durch locale Strömungen beschränkt sind, geht direct zur Decke des Zimmers, und indem nun auf einander folgende Theile wärmerer Luft sie verdrängen, strömt sie wieder abwärts, und indem sie von frischen Luftströmen, die durch Thüren und Fenster eindringen, aufgenommen wird, geht sie den Oefen oder Kaminen oder jedem andern offenen Feuer zu. In den oberen Räumen der Zimmer kann daher eine durch die Producte der Verbrennung sehr verunreinigte Luft existiren, während es in den untern Schichten durchaus nicht der Fall ist.

Wenn nur eine oder einige Kerzen oder Lampen in einem gut ventilirten Zimmer gebraucht werden, so werden die den oberen Luftschichten zugeführten Verbrennungsproducte durch die Ventilatoren abgeführt. Dies kann auch mit den Gaslustres oder Kronleuchtern der Fall sein, die an der Decke aufgehängt sind; allein es ist von Wichtigkeit, daß dieselben, besonders wenn sie viele Flammen enthalten, mit besonderen Ventilatoren versehen sind, da sich eine bedeutende Hitze entwickelt, und die strahlende Wärme so bedeutend ist, daß sie die Temperatur des Zimmers erhöht, selbst wenn die Verbrennungsproducte sehr vollständig abgeführt werden. Figur 21 zeigt eine einfache Methode, um einen solchen Lustre zu ventiliren: a ist die Hauptröhre des Leuchter; bb die Arme mit den Flammen; cc die runden Verzierungen; dd die Haube, durch welche die erhitzte Luft aufgefangen und in die Röhre ee abgeführt wird. Diese Röhre geht über der Decke weg und führt

Fig. 21.

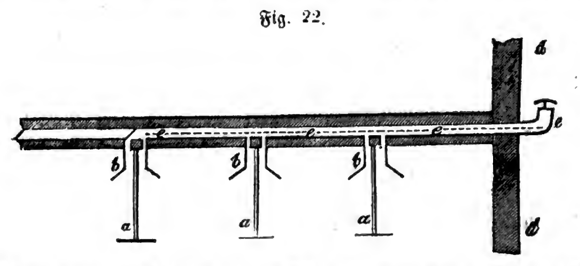


zu der Esse, oder zur Kostenersparung wird sie an der Decke außerhalb entlang geführt und mit Verzierungen verblendet. Die Haube dd kann sehr leicht verziert werden.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Ventilirung der Gaslampen für Kaufläden: — Gold- und Silberarbeiter vermeiden dadurch das Anlaufen, Seidenwaarenhändler das Verschießen der Farben, sogenannte Kurzwaarenhändler das Rosten des Eisens und Stahls, sowie das Anlaufen des Messings. Röhren der obigen Art müssen überall angewendet werden, und besonders müssen die Gaslichter in den Läden der Bäcker, Fleischer und Materialhändler nicht ohne dieselben sein.

Wir geben hier mit Hülfe der Figur 22 eine Beschreibung von einer einfachen und wohlfeilen Vorrichtung, die in jedem Laden mit Vortheil angebracht werden kann. Giebt es keinen Luftabzugscanal, welchem die Producte der Verbrennung von der Lichtflamme zugeführt werden können, so bringt man an der Decke eine Röhre an, welche den Schwalk aller Flammen aufnimmt und aus dem Laden herausgeführt werden kann. Befindet sich die äußere Oeffnung dieser Röhre an der vordern Seite eines Hauses, so muß die Oeffnung durch eine Verzierung verblendet werden. Kann man dagegen die Röhre nach der hintern Fronte führen, so versieht man ihre Mündung mit einer Kappe, wie Figur 23 zeigt. Man kann aber auch diese Abzugsröhre der nächsten Esse zuführen: aaa sind die Gaslichter;

Fig. 22.



bbb Trichter zur Aufnahme des Schwalks von den Lichtflammen; cc der Canal oder die Röhre; ddd die Wand; e die Kappe

oder der Aufsatz; die punktirten Linien zeigen den Verlauf der Strömung.

Die Lichter, die zur Erleuchtung der Ladenfenster angewendet werden, veranlassen viel Rauch, die sehr nachtheilig auf die zur Schau gestellten Gegenstände einwirkt. Die Skizze Figur 23 zeigt die Art und Weise, wie dies vermieden werden kann. Die obere Scheibenreihe der Fenster besteht aus durchsichtigen Glasventilatoren; von dem oberen Ende des Rahmens a geht ein scharfkantiges Brett an der untern Seite mit Verzierungen abwärts, wie man bei e sieht; cc stellen die Röhre dar, von welcher die Brenner dd mit Gas gespeis't werden; bb sind die Glasventilatoren; die punktirten Linien zeigen den Gang der Strömungen. Die erwärmte Luft stößt gegen das Brett e und wird durch die Ventilatorenöffnungen abgeführt. Das Brett muß hinreichend breit sein, um über die Linie der Gasflammen wenigstens 4—6″ hinauszureichen. Man kann es leicht so verzieren, daß es dem Schaufenster ein angenehmes Ansehen gewährt.

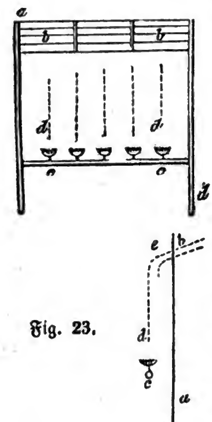


Fig. 23.

Bei der Ventilation von Werkstätten, in denen in der Mitte oder an einem andern Punkt ein Ofen angebracht ist, muß demselben Luft zugeführt werden, die mit der zur Ventilirung des Zimmers nothwendigen in keiner Verbindung steht; und der Röhre, welche den Rauch und die heiße Luft aus dem Ofen abführt, kann sowohl die Ventilatorröhre von dem Zimmer als auch von den Lampen zugeführt werden. Die Oefen mancher Werkstätten, z. B. der Klempner, Kupferschmiede rc., werden so gut im Winter wie im Sommer gefeuert, und dadurch wird die Ventilirung sehr befördert. Die Gasflammen zur Erleuchtung der Werkstätten müssen stets mit Röhren und Trichtern versehen sein, mittelst deren die Verbrennungsproducte abgeleitet werden. Die weiter oben beschriebenen Vorrichtungen können meistentheils

und zu geringen Anlagekosten angebracht werden. Da die Arbeiter die Ventilatoren in Folge eines Vorurtheils gegen dieselben verschließen, so muß man die daraus entstehenden nachtheiligen Folgen durch die nachstehende Vorrichtung zu vermeiden suchen. Man führt von außerhalb her eine Röhre durch den Kamin oder den Ofen, erhitzt die mittelst der Röhre einströmende kalte Luft und läßt diese erwärmte frische Luft in den Raum einströmen, daß die Arbeiter nicht dazu gelangen können.

Es kann diese Röhre auch unter den Fußboden auslaufen, indem die Oeffnungen mit Gittern versehen sind, so daß sie an beiden Enden mit Luft gespeis't werden. Auf diese Weise werden die Werkstätten ventilirt, ohne daß die Arbeiter oder wenigstens die meisten von ihnen es gewahr werden. Da von allen Seiten her Luftströmungen entstehen, da sie in die Esse aufwärts geführt werden, so wird auch der Raum um so leichter überall von der unreinen Luft befreit.

Es lassen sich gegen diesen Plan der Ventilirung, der namentlich in den englischen Werkstätten einen häufigen Eingang gefunden hat, mehrere sehr wesentliche Einreden machen. Wäre er ganz richtig, so würde man in allen Zimmern mit Kaminfeuern, in allen Werkstätten, z. B. der Schlosser und Schmiede, in denen Essen vorhanden sind, eine gute Ventilirung finden. Dies ist aber durchaus nicht der Fall; denn da die Feuer ihre Luft stets von unten weg nehmen, so üben sie selten einen Einfluß auf die Zone der Respiration aus. Dies ist freilich sehr gut; denn wäre es nicht der Fall, so würde ein sehr nachtheiliger Einfluß darin bestehen, daß die um das Feuer Herumsitzenden gerade die schlechteste Luft einathmen müßten. Es ist daher nothwendig, daß mit Kaminen die oben erwähnten Ventile verbunden werden.

Eine sehr große Sorgfalt muß auf die Ventilirung der Schlafzimmer verwendet werden, um so mehr, da dieser Gegenstand sehr im Argen liegt. Gewöhnlich sind sie klein und daher sehr ungesund, wenn sie nicht gehörig gelüftet werden können. Dazu kommt, daß die Schlafzimmer Nachts gewöhnlich dicht verschlossen und wenigstens sehr viele Betten mit Vorhängen

umgeben sind, als wenn es recht nachtheilig wäre, irgend ein Lüftchen eindringen zu lassen. Die Folge davon ist, daß die Bewohner einen bedeutenden Theil der Nacht und folglich ihres ganzen Lebens unreine Luft einathmen. Aus den üblen Gerüchen in einem Schlafzimmer, die man des Morgens wahrnimmt, geht die Nothwendigkeit einer Ventilirung der Schlafzimmer sehr deutlich hervor.

Die Mittel zur Abhülfe des Uebels sind sehr leicht. Will man die gewöhnlichen Mittel nicht anwenden, so genügt das folgende um so eher, da in die meisten Schlafzimmer die frische Luft am Tage durch die offenen Fenster frei einströmen kann. In England, wo man überall Schiebfenster hat, läßt man eins derselben nicht ganz herab und setzt in diesen offen gelassenen Theil einen 8—9″ breiten und einen so lang wie das Fenster breiten, durchlöcherten Zinkblechstreifen ein. Es muß jedoch dahin gesehen werden, daß ein solches Fenster nicht gerade neben oder über dem Bett befindlich ist; auch dürfen keine dicken Vorhänge angewendet werden.

Nachdem wir nun in dem Vorhergehenden die wirksamsten und am leichtesten herzustellenden Ventilirungsvorrichtungen kennen gelernt haben, wollen wir schließlich noch eins empfehlen, welches überall gut anwendbar ist, nämlich bei jeder passenden Gelegenheit Thüren und Fenster zu öffnen. Zu viel frische Luft kann man gar nicht herbeischaffen. Die dadurch veranlaßten Strömungen sind der Gesundheit nur zuträglich, und was man über die Nachtheile des Zuges vorgebracht hat, ist zum Theil übertrieben, ja sogar Unsinn, da derselbe gewöhnlich nur bei einzelnen Individuen nachtheilig wirkt, bei den meisten aber nicht. In warmen Ländern, z. B. in Indien, gehört der Zug zu den wahren Lebensbedingungen der Menschen. Setzt man den Körper nach und nach den Einwirkungen des Zuges aus, und sieht man dahin, daß man nicht transpirirend oder sehr heiß in die Zugluft kommt, so hat sie nur vortheilhafte und nicht nachtheilige Wirkungen auf die Gesundheit. Krankhafte Naturen, besonders mit Rheumatismus und Gicht geplagte müssen freilich die

Zugluft vermeiden. Kopfschmerzen, häufig die Folge des Aufenthalts in unreiner Luft, werden sehr leicht durch Zugluft geheilt.

Viertes Capitel.

Die Ventilirung landwirthschaftlicher Gebäude.

Frische Luft ist den Thieren ebenso nothwendig als den Menschen, und so nachtheilig der Einfluß unreiner Luft auf die Constitution der Menschen ist, so nachtheilig ist er auch unsern Hausthieren, hauptsächlich den Pferden und Kühen. Die Krankheiten, denen die Hausthiere unterworfen, sind sehr mannigfaltig, und es erleidet gar keinen Zweifel, daß ein Theil derselben durch verdorbene Luft veranlaßt wird; und manches werthvolle Thier ist Opfer eines verschlossenen und schlecht ventilirten Stalles geworden.

Ehe wir zu der Erklärung der verschiedenen Methoden, welche bei der Ventilirung landwirthschaftlicher Gebäude angewendet werden, vorschreiten, wollen wir uns einige Augenblicke dabei aufhalten, gewisse Umstände zu erwähnen, die, obgleich sie der Ventilirung streng genommen fremd sind, dennoch für diejenigen einen großen Nutzen haben, welche dieses Capitel unseres Büchleins speciell benutzen.

Bei dem Bau eines recht zweckmäßig eingerichteten Pferde- oder Kuhstalls kommen besonders vier sehr wesentliche Punkte in Betracht. Es sind dies die nachstehenden: — 1) hinreichender Raum in den Ställen; 2) eigenthümliche Methoden der Ventilirung und Erwärmung; 3) eigenthümliche Ableitungen und Behälter, durch welche die Excremente der Thiere sofort weggeschafft werden können, um einerseits die Luft in den Ställen nicht zu verunreinigen, und andererseits als Dünger aufbewahrt werden

zu können; 4) endlich zweckmäßig angebrachte Wasserröhren und Wasserbehälter, mittelst deren man im Stande ist, den Stall leicht zu reinigen und die Thiere stets mit frischem Wasser zu versehen. Indem wir über die beiden ersten Punkte weggehen, da sie, obwohl wichtig genug, um sie in Erinnerung zu bringen, hinreichend einleuchtend sind, so wollen wir nun einige Winke über die beiden letzten Punkte mittheilen.

Zuvörderst muß jeder Stall, oder vielmehr jede Seite desselben, wo Viehstände sind, nach einer Seite hin abhängig sein. Diese Abhängigkeit oder dieser Fall kann 1 Fuß auf 8 betragen. Am niedrigsten Punkt muß ein bedeckter Canal oder eine Röhre angebracht sein, die durch die ganze Länge des Stalles einen Fall bis zu einem Behälter hat, welcher die Excremente aufnimmt. Der Werth der flüssigen Excremente als Dünger ist bekannt.

Der Boden des Stalles muß aus breiten Steinplatten oder aus Asphalt bestehen und es muß längs des ganzen Stalles eine eiserne Röhre angebracht sein, vor jedem Viehstande mit einer Oeffnung versehen, und die Röhre muß mit einem Wasserbehälter verbunden sein. Will man nun den Stall, nachdem er auf die gewöhnliche Weise gefegt worden ist, von der geringsten Mistmenge reinigen, so zieht man den entsprechenden Spund in der Röhre auf, läßt Wasser auf den Boden strömen und wäscht auf diese Weise die Misttheilchen in den Canal hinein, welcher sie dem Behälter zuführt. Dadurch ist man im Stande, den Stall recht genau zu reinigen und die Entwickelung unreiner Luft zu vermeiden.

Durch die Figur 24 wird eine solche Vorrichtung näher erläutert: bb ist die geneigte Ebene eines Viehstandes; c der ge-

Fig. 24.

e d b b a c

pflasterte mittlere oder Seitengang desselben; a der Querschnitt der Ableitungsröhre vor den Ständen; d die Wasserröhre; e die kleine Röhre, welche das Wasser aus der Röhre d zuführt.

Der Wasserbehälter wird am zweckmäßigsten auf dem Boden des Stalles angebracht und kann auch das Regenwasser von dem Dache aufnehmen. Nöthigenfalls muß das Wasser in den nöthigen Behälter hineingepumpt werden. Durch einen auf dem Bodenraum eines Stalles angebrachten Wasserbehälter hat man auch noch den großen Vortheil, Feuersbrünste leicht löschen zu können, indem man an gewissen Punkten Hähne anbringt, mit denen man Schläuche in Verbindung zu setzen vermag. Mit den Schläuchen kann man auch Fenster und Thüren sehr leicht reinigen, zu welchem Ende an denselben recht enge Mundstücke angebracht werden.

Figur 25 zeigt die Art und Weise, wie die Wasserleitungen in den Ställen eingerichtet sind: a ist die Röhre vor den Ständen, die in die Röhre bb und dann zu den Behältern der flüssigen Excremente führt; c ist ein Hahn und dd eine Röhre, welche zu der Wasserableitungsröhre führt. Wenn aller Mist in den Behälter gewaschen ist, so wird der Hahn c geschlossen, dagegen ein anderer e geöffnet; da nun alsdann das Wasser aus den Viehständen dem Behälter nicht mehr zufallen kann, so kehrt es durch die Röhre d nach der Wasserleitungsröhre zurück.

Fig. 25.

Bei der Ventilirung der Ställe muß ganz besonders berücksichtigt werden, daß dazu ein weit größerer Bedarf an frischer Luft erforderlich ist als zur Ventilirung menschlicher Wohnungen. Im zweiten Capitel bemerkten wir, daß zum Wohlsein des menschlichen Individuums in einer Minute 4 Kubikfuß Luft erforderlich seien; für Menschen und Thiere muß man die dreifache Menge anwenden. Die Regel zur Bestimmung der Querschnittsoberfläche der Ableitungsröhren für die verdorbene Luft ist daher die folgende: Man multiplicire die Anzahl der Pferde oder des Rindviehs, welche ein Stall aufnehmen soll, mit 12 und dividire das Product mit dem 43fachen der Quadratwurzel der Höhe der Röhren in Fußen, dieselbe vom Boden bis zur Decke gerechnet, und es

wird der Quotient die Querschnittsoberfläche der Ventilirungsröhren in Fußen sein.

Die frische Luft muß durch Oeffnungen in den Wänden herbeigeführt werden und zwar durch dichte Röhren oder Canäle zu kleinen Brunnen in der Sohle. Nimmt man die Größe der Oeffnungen zu 6 □Zoll an, so müssen die Brunnen in der Sohle eine hinreichende Tiefe haben, daß, wenn die untere Kante der Canäle mit dem Boden gleich steht, die obere Kante 2″ von der Sohle entfernt sein muß. Die Tiefe dieser Brunnen muß daher 8″, die Breite 15″ und die Länge 24″ betragen. Sie müssen mit Gittern bedeckt sein. Die Oeffnungen für die frische Luft müssen unter den Fenstern angebracht sein. Nimmt man nun an, daß 6 Fenster vorhanden sind, und daß die Oberfläche der Canäle 6 □Fuß betragen müßte, so muß jeder Canal einen Querschnitt von 1 □Fuß haben. Weit zweckmäßiger ist es, die Luft so viel als möglich zu verbreiten. Dies kann dadurch bewirkt werden, daß man der ganzen Länge des Stalles nach in der Mitte des Ganges eine Vertiefung anbringt und das Ganze mit einem Gitter bedeckt, unter welchem durchlöchertes Zinkblech angebracht ist. Alle Oeffnungen müssen außerhalb mit Ventilen versehen sein, um das Einströmen der Luft reguliren zu können.

Von großer Wichtigkeit ist es, die Canäle zur Ableitung der unreinen Luft zweckmäßig anzubringen. In den meisten Fällen befindet sich über den Ställen ein Bodenraum, auf welchem Heu aufbewahrt wird, und es ist daher zweckmäßig, die Luft durch denselben zu führen; allein wenn der Bodenraum niedrig ist, so kann man die Oeffnungen in der Decke auch unmittelbar und ohne weitere Röhren in denselben einmünden lassen. In der Mitte des Bodenraums bringt man alsdann in dem Dachforst eine Art Schornstein an, wodurch die Luft auf einmal abgeführt wird. Auch die Oeffnungen zur Abführung der unreinen Luft müssen mit Ventilen versehen sein, um auch das Ausströmen reguliren zu können. Dies muß auch der Fall sein, wenn die Oeffnungen zum Ausströmen der Luft in den Wänden über jedem Stande angebracht sind; auch müssen sie mit Kappen

versehen sein, die etwa 18″ über die Oeffnungen hinausführen. Röhren, die durch die Decke und den Bodenraum bis etwa 12″ von dem Dachforst entfernt in die freie Luft hinausgehen, sind die zweckmäßigsten. Ställe, die gehörig ventilirt sind, können dicht schließende Thüren und Fenster haben. Uebrigens beziehen wir uns auf das im zweiten Capitel über die Ventilirung öffentlicher Gebäude Gesagte.

Es giebt aber verschiedene landwirthschaftliche Gebäude, in denen die Grundsätze der Ventilirung, von denen wir hier geredet haben, sehr zweckmäßig angewendet werden können, und von diesen werden wir einige Beispiele hier mittheilen.

Zuvörderst müssen wir die Ventilirung von Trockenhäusern für Korn, Sämereien, Wolle ꝛc. betrachten. Da kein Trockenhaus ohne Wärmapparate existiren kann, wenn nicht seine Wirkung auf gewisse Jahreszeiten beschränkt sein soll, so müssen wir auf das fünfte Capitel und auf das dort über die Erwärmungsmittel Gesagte verweisen.

Bei der Einrichtung von Trockenhäusern müssen besonders zwei Dinge berücksichtigt werden: zuvörderst die Beschaffenheit der Grundsätze, welche den Trockenproceß reguliren; und zweitens die Art und Weise, wie die Substanzen, auf die eingewirkt werden soll, angeordnet worden sind, so daß sie sich dem trocknenden Agens auf die wirksamste Weise darbieten.

Alles Trocknen besteht in Anwendung eines solchen Wärmegrades, der im Stande ist, die in der zu trocknenden Substanz enthaltene Feuchtigkeit in Dämpfe zu verwandeln, und die Vortheil von der Affinität zieht, welche die Luft zu der Feuchtigkeit hat. Diese Affinität, welche zu allen Zeiten stärker oder schwächer wirkt, nimmt mit der Erhöhung der Lufttemperatur zu und veranlaßt auf diese Weise eine Wirkung, die gleich einer Verminderung des atmosphärischen Drucks auf die äußere Oberfläche der zu trocknenden Substanzen ist und die Entfernung der anhängenden Feuchtigkeit sehr erleichtert. Es muß übrigens bemerkt werden, daß, obgleich die Luft eine Verwandtschaft zur Feuchtigkeit hat, sie dieselbe doch nur im Zustande des Dampfes absorbiren kann; und da demnach viel Wärme alles Wasser in den Sub-

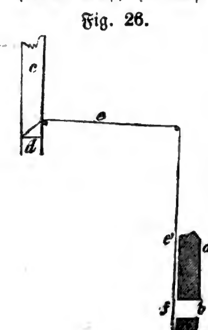
stanzen in Dampf verwandeln wird, so ist auch noch eine andere Quantität dazu erforderlich, um die Luft zu erwärmen, und es ist die Einwirkung der Affinität der Luft hauptsächlich zur Beschleunigung des Trockenprocesses erforderlich. Luftströme, welche durch die zu trocknenden Substanzen gehen, befördern das Trocknen um so mehr, da jedes folgende Luftvolum eine gewisse Feuchtigkeitsmenge aufnimmt und sie wegführt. Da es nun ganz offenbar ist, daß trockne Luft die meiste Wirkung hat, so muß dahin gesehen werden, daß nicht dieselbe Quantität feuchter als trockner Luft zugelassen wird. Feuchte Luft vermindert den Wärmegrad und ist nicht im Stande, eine so bedeutende Masse von Feuchtigkeit aus den zu trocknenden Substanzen aufzunehmen als trockne.

Wir wollen nun weiter sehen, wie die zu trocknenden Materialien angeordnet sein müssen. Häuser zum Trocknen von Getreide können im kleinen Maßstab auch ohne Heizapparat eingerichtet sein; allein es liegt im Interesse des Landwirths, stets Trockenhäuser mit Heizapparaten anzulegen, weil er sonst nie eine sichere Wirksamkeit erwarten darf. Auch wird er sich bald überzeugen, daß die höheren Anlagekosten sehr bald wiedererstattet werden, indem alle äußeren Umstände, wie Feuchtigkeit der Atmosphäre, Windstille, gar keinen Einfluß darauf haben.

Bei der Bestimmung der zuströmenden frischen und der ausströmenden unreinen Luft geben uns die Erfahrungen Tredgold's ein Anhalten. Es sollen nämlich für jede 270 □Fuß Röhren-Oberfläche, mögen diese Röhren nun heißes Wasser oder Dampf fortleiten, 775 Kubikfuß Luft durch ein Trockenhaus strömen. Die aufgestellte Regel ist die folgende: — Man dividire 7,75 durch die Quadratwurzel der ventilirenden Röhre in Fußen, so wird der Coefficient die Oberfläche für die Ableitungscanäle sein. Die Höhe muß aus dem Mittelpunkt der Heizkammer bis zu den Oeffnungen gemessen werden, aus denen der Dampf und die heiße Luft in die Atmosphäre strömen. Wenn demnach die Höhe 25 Fuß beträgt, so ist die Quadratwurzel daraus 5 und 7,75 durch 5 dividirt giebt 1,55 □Fuß für jede 270 Fuß Röhrenoberfläche zur Abführung der heißen Luft und

des Dampfes. Die Oeffnungen zum Einströmen der frischen Luft müssen dieselbe Größe haben, sobald als Röhren dazu erforderlich sind; es wird aber in allen Fällen, und um ein zu plötzliches Einströmen der Luft zu verhindern, zweckmäßiger sein, sie wenigstens 1/3 weiter zu machen. Das Einströmen der Luft muß unter einer tüchtigen Controle stehen, und es müssen daher zur Regulirung des Einströmens Ventile angebracht sein, die aber auch bei den Abflußöffnungen nicht fehlen dürfen. Da die Menge der eingeführten Luft im Verhältniß zur ausströmenden stehen muß, so muß die Oeffnung der Ventile beider gleich sein.

Fig. 26.

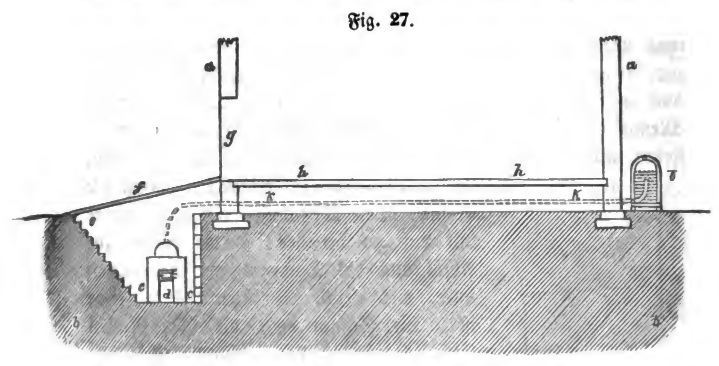


Figur 26 wird dies erläutern: aa ist die Wand; b die Oeffnung, um das Innere mit Luft zu versehen; c die Röhre zur Abführung des Dampfes und der heißen Luft, welche mit dem Ventil d versehen ist. Die Schnur ee', die über Rollen läuft, welche in der Zeichnung nicht angebracht werden konnten, führt von dem Ventil d zu dem Register f, welches in einem Rahmen an der innern Seite der Oeffnung aufgehängt ist. Nun wird ein Blick auf die Figur zeigen, wie, wenn das Ventil d geöffnet ist, indem man die Schnur e' niederwärts zieht, der Schieber f verhältnißmäßig über die Oeffnung b gehen wird. Steht die Oeffnung b mit dem Boden gleich, so muß man unter demselben einen Raum anbringen, in welchen das Ventil f niedergehen kann. Um den Grad der Oeffnung der Ventile zu bestimmen, muß man an der Wand in der Nähe von e' einen Inder, wie der im zweiten Capitel beschriebene, anbringen, dessen an der Schnur angebrachter Zeiger so regulirt ist, daß er bei verschlossenen Ventilen auf den Punkt „geschlossen" und bei andern Standpunkten auf „offen", „halb" oder „ein Viertel" zeigt, wie Figur 12 näher nachweis't.

Figur 27 und 28 zeigen den Grundriß und den Durchschnitt von der allgemeinen Anordnung eines Trockenhauses für Getreide,

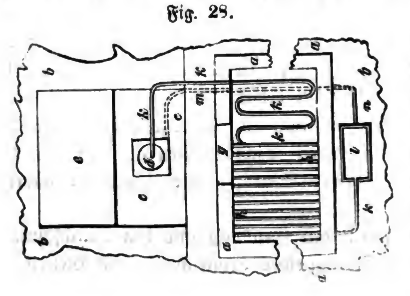
wobei jedoch vorausgesetzt werden muß, daß der Leser die Gründe einsehen wird, die für eine Warmwasserheizung sprechen. Figur 27 ist ein senkrechter Längendurchschnitt eines Trockenhauses: aa sind die Wände; bb der Boden, auf welchen das Haus gebaut

Fig. 27.



ist; cc eine Vertiefung an der vordern Seite des Hauses; e die Treppe, mittelst welcher man zu der Grube cc gelangt; d der Ofen und Kessel des Heizapparates; f eine Ueberbrückung der Grube, um zur Thüre g gelangen zu können; hh ein Boden, bestehend aus 2″ starken und 4″ tiefen Latten, die 2″ aus einander liegen, so daß die Wärme aus den Röhren kk in die Höhe steigen kann. Diese Röhren laufen durch den Raum, der unter dem Lattenboden hh vorhanden ist; l ist der Behälter für das Speisewasser, welches zum Kessel geführt wird.

Fig. 28.



Figur 28 ist ein Grundriß des Gebäudes und er ist mit denselben Buchstaben versehen: kk ist die aufwärts steigende gekrümmte Röhre und muß auf nicht leitenden Unterlagen von Ziegelsteinen oder

Holzblöcken aufliegen. Die Linie der Röhren muß mit der Bodenlinie der Frischen-Luftröhren gleich, oder sie muß etwas darüber liegen. Die Krümmungen der Röhren müssen nicht weniger als 2″ Halbmesser haben, indem scharfe Biegungen den Fluß des Wassers hindern. Diese aufwärts führende Röhre muß 16 oder 18″ von der Oberfläche des Wassers in der Speisecisterne l aufwärts gehen, wie Figur 27 zeigt; mn, die zurückführende Röhre, muß mit einem Material bedeckt sein, welches aus schlechten Wärmeleitern besteht. Uebrigens wird die Anordnung jedes Trockenhauses nach localen Verhältnissen verschieden sein; die beiden erwähnten Figuren sind aber hinreichend, um einem Jeden einen Begriff von einem solchen Trockenhause zu geben.

Da die Regeln zur Bestimmung der Oeffnungen der Luftröhren von der Kenntniß der Röhrenanzahl im Innern abhängt, so müssen wir nun die Regeln erklären, mittelst deren man die Oberfläche zur Erwärmung der Luft im Innern auffinden kann. Die Temperatur der äußeren Luft, durch welche die Ventilirung erfolgt, unterscheidet sich von der erwärmten, die in's Innere gelangt. Diese Differenz beträgt nach der Annahme von Tredgold nie mehr als 28° C.; die mittlere Temperatur der Röhre muß auch berücksichtigt werden, sowie auch die Temperatur, in welcher die innere Luft erhalten werden soll. Nimmt man die erstere zu 60° und die letztere zu 38° an, so wird die Regel die folgende sein: — Man multiplicire die Anzahl von Kubikfußen Luft, die auf Veranlassung der Ventilirung erwärmt werden soll, mit der Differenz zwischen der Luft im Trockenhause und der der äußern Atmosphäre, welche hier zu 28° C angenommen worden ist, und dividire das Product mit der 2,1 fachen Differenz zwischen der mittlern Temperatur der Röhren (60°) und der Temperatur des Hauses (38°), so wird der Quotient die erforderliche Röhrenoberfläche geben.

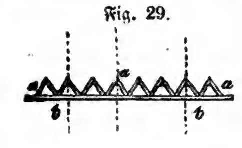
Bei einer Röhre von 1″ Diam. braucht man daher für 1 □ Fuß Oberfläche 3,28 Fuß Länge. Da, wie wir bereits im ersten Capitel aus einander gesetzt haben, ein bedeutender Wärmeverlust durch Thüren und Fenster stattfindet, so ist es zweck-

mäßig, so wenig als möglich Fenster anzubringen, und auch jedes Trockenhaus mit doppelten Thüren zu versehen.

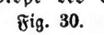
Tredgold giebt die folgende Regel an, durch welche man die Anzahl der Kubikfuße Luft, die in der Minute erwärmt werden sollen, bestimmen kann: — Zu der Länge in Fußen, multiplicirt mit der größten senkrechten Höhe in Fußen, addire man die **1½** fache Glasoberfläche, sowie das **11** fache der Anzahl der Thüren; die Summe wird alsdann die Anzahl von Kubikfußen Luft sein, die erwärmt werden muß, und welche vorher die Temperatur der äußeren Luft hatte. Diese gefundene Größe wird bei der obigen Regel zur Bestimmung der Röhrenoberfläche angewendet. In allen Fällen ist das Zweckmäßige, die Luft lieber etwas mehr als zu wenig zu erwärmen. Die Luftströmungen durch die Trockenhäuser dürfen nicht zu groß sein, da die offenbare Wirkung einer großen Geschwindigkeit das Trocknen der Substanzen an der Oberfläche ist, während im Innern noch Feuchtigkeit zurückbleibt. Damit jeder Theil des Hauses von der Luftströmung getroffen wird, müssen die Ventilatoren am obern Theile der Mauern sehr gleichmäßig vertheilt werden. Ist z. B. eine Oberfläche von **6** □Fuß erforderlich, so muß man 6 Ventilatoren, jeden von **1** □Fuß Oberfläche anbringen. Die Anordnung des zu trocknenden Getreides ist ebenfalls ein wichtiger Gegenstand, jedoch können hier darüber keine allgemeinen Regeln mitgetheilt werden. Die Thüren der Trockenhäuser muß man immer dicht verschlossen halten und den Röhren die möglichst größte Hitze ertheilen, und um den Temperaturgrad stets zu erkennen, muß man an dem einen Ende der Röhren ein Thermometer anbringen. Wir bemerken hier nur noch, daß für nördliche und feuchte Klimate, besonders da, wo das Brennmaterial nicht so theuer ist, das künstliche Trocknen des Getreides vor dem Dreschen und in den Halmen von großer Wichtigkeit ist, indem man alsdann das Ernten zu guter Zeit bewerkstelligen kann, und ein weit besseres Korn erhält. Die Ernten werden dadurch weit weniger unsicher und die Kosten, welche das Trocknen verursacht, werden tausendfältig ersetzt, indem man sichere und reichliche Enten und gute Körner erhält.

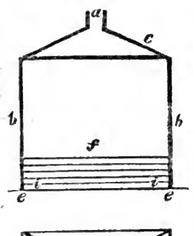
Nicht minder wichtig für den Landwirth ist das Trocknen der Wolle, indem die Fabrikanten immer mehr und mehr darauf sehen, daß sie auf den Wollmärkten im möglichst trocknen Zustande abgegeben wird, ein Umstand, auf den namentlich in England unbedingt gehalten wird. In den Trockenhäusern wird nun die Wolle auf dünne Seile aufgehängt, und es muß hauptsächlich dahin gesehen werden, daß den warmen Luftströmungen eine möglichst große Oberfläche ausgesetzt werde. Um verschiedene Arten von Sämereien zu trocknen, hat man sogenannte Darren, d. h. über hölzerne Rahmen ausgespannte feine Drahtnetze oder, wenn der Samen nicht zu fein ist, niedrige durchlöcherte Tische. Jedoch müssen die Sämereien entweder mit der Hand oder hölzernen Schaufeln stets umgerührt werden. Um Torf, geformte Braunkohlen 2c. zu trocknen, müssen die Steine auf die in Figur 29 angedeutete Weise zu zweien gegen einander gestellt werden. aa sind die Torfsteine; bb die Latten, auf denen sie stehen; die punktirten Linien geben die Richtung der aufsteigenden Luftströmungen an.

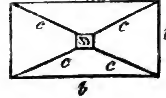
Fig. 29.



Temporäre Trockenhäuser kann man sehr leicht einrichten. Die einfachste Art und Weise besteht in Folgendem: Man stecke die Größe des Hauses ab und mache eine 12″ tiefe Grube, ebene deren Boden und ramme ihn fest. In jede Ecke treibe man eine quadratisch behauene Säule von hinreichender Höhe ein, um darauf das Dach des Hauses setzen zu können, verbinde sie der Quere nach mit Brettern, deren Kanten mit Nuth und Feder dicht gemacht sind. Figur 30 wird die Art und Weise der Construction vollkommen verdeutlichen; bb sind die Säulen in den Ecken. Das Dach wird auf folgende Weise hergestellt: Man mache eine viereckige Röhre a, durch welche die Luft entweichen kann, verbinde dieselbe


Fig. 30.

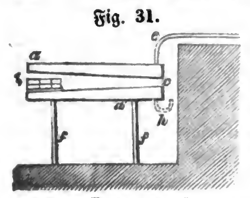




durch Sparren cccc, die von ihren Ecken zu den Ecken des Hauses laufen. Zwischen den Sparren cccc wird nun getheertes Segeltuch ausgespannt, und damit wird auch zu noch größerer Sicherheit das Aeußere von allen vier Seitenwänden überzogen, um möglichst große Dichtigkeit zu veranlassen. Um frische Luft herbeizuführen, bleibt unten in dem Trockenhause ein Raum ii, der mit Latten bedeckt ist und mit Brettern f ganz verschlossen werden kann. Der untere Raum ii ist ungefähr 12″ hoch.

Bei windigem Wetter ist ein solches Haus sehr wirksam, um feuchtes Heu ꝛc. zu trocknen. Jedoch kann auch ein einfacher Heizapparat darin angebracht werden, um den Trockenproceß ganz unabhängig von dem Wetter zu machen. Wir wollen mit Hülfe der Figur 31 einen sehr einfachen Trockenapparat beschreiben, der aus Wasserröhren besteht. Die Figur bildet einen

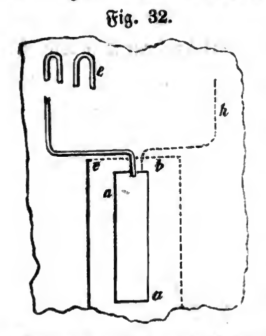
Fig. 31.



Durchschnitt des Apparats; aa ist eine große, an beiden Enden offene eiserne Röhre. In derselben bringe man eine andere Röhre an, deren Mündung b einen größern Durchmesser hat als das andere Ende. Der Unterschied zwischen dem Durchmesser am weitesten und engsten Ende der äußern Röhre betrage 2″, so daß ein Raum von 1″ ringsum bleibt. Der Durchmesser des engen Endes beträgt $1/3$ von dem der weiten Oeffnung. Die Enden der Röhren müssen durch Eisenblech und Hartloth mit einander verbunden sein, so daß sie eine vollkommen dichte Verbindung bilden, welche in gerader Richtung durch die äußere Röhre aa führt. Die auf diese Weise vorgerichtete Röhre liegt auf zwei schwachen Böcken ff. In dem weiten Ende wird ein kleiner Rost angebracht, auf welchem man Holz, Torf, Braunkohle oder Steinkohle verbrennen kann, wogegen an dem engen Ende eine Röhre oder Esse angebracht sein muß, die einige Fuß aufwärts führt. Dadurch wird der Zug vermehrt, und um ihn zu reguliren, muß eine Klappe angebracht sein. Nehmen wir nun an, daß der Raum zwischen den beiden Röhren mit Wasser angefüllt sei, so wird dasselbe durch das in der innern Röhre befindliche Feuer

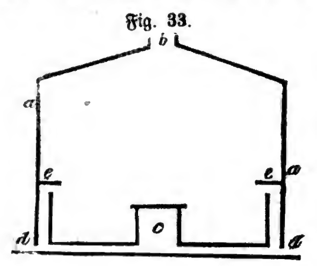
erwärmt werden. Nun braucht man nur von diesem kleinen Kessel Röhren aufwärts in das Trockenhaus zu führen. Man muß daher den Heizapparat in einer Vertiefung des Hauses anbringen, um die Röhren bequem aufwärts führen zu können, welches bei ee Figur 32 nachgewiesen ist. Die letzte Röhre führt zu einem Wasserbehälter, aus welchem vermittelst Röhre h, wie die punktirten Linien andeuten, das Wasser dem Kessel wieder zugeführt wird. Die innere Röhre muß aus dünnem Kupferblech bestehen, welches die längste Dauer hat.

Fig. 32.



Die Ventilirung kann noch bei andern landwirthschaftlichen Gebäuden eingeführt werden, z. B. bei Schweineställen und Hühnerhäusern, wodurch man ohne große Kosten eine weit bessere Zucht dieser Thiere erlangt. Ebenso haben auch Milchereien frische Luft sehr nöthig, weshalb sie aber auch nicht in der Nachbarschaft von Miststellen angebracht werden müssen, weil in deren Nähe die Luft immer verdorben ist. Figur 33 giebt jedem Landwirth eine Skizze, wie ein solches Milchhaus angelegt werden muß: aa sind die Wände; b ist der Abzugscanal der Luft aus dem Hause; c ist ein Tisch, der fast die ganze Länge des Raumes einnimmt, und aus dessen Seitenwänden die Luft, welche durch die Canäle dd eingeführt worden ist, durch viele Löcher ausströmt; auch an den Seiten strömt unter den Regalen ee frische Luft aus. Ein solches Gebäude kann am zweckmäßigsten aus gußeisernen Ständern und Gerüsten und aus Brettern ausgeführt werden, wodurch Leichtigkeit, Kühle und leichte Reinigung erlangt werden können.

Fig. 33.



Die Milchgefäße werden auf den Tisch c und die beiden Regale ee gesetzt, wo sie den frischen Luftströmen unmittelbar ausgesetzt sind.

Diese wenigen Bemerkungen werden hinreichen, die Wichtigkeit und Leichtigkeit der Ventilirung landwirthschaftlicher Gebäude darzuthun. Genaue Details darf man in der vorliegenden Schrift nicht erwarten.

Fünftes Capitel.

Die Heizung der Gebäude und die Construction der Oefen und Herde.

Die Anwendung der Brennstoffe zu praktischen Zwecken wird die Heizung genannt und hat die Aufgabe, die Wärme aus denselben so vollständig wie möglich in geeigneten Vorrichtungen (Oefen, Feuerzeugen) zu entwickeln und mit dem geringsten Verlust ihrer Bestimmung zuzuführen. Diese letztere ist entweder eine rein gewerbliche, insofern die entwickelte Wärme als Beihülfe zur Verwandlung von Rohstoffen in Gegenstände unserer Bedürfnisse dient — alle Fälle des Glühens, Schmelzens, Siedens, Röstens, Schmiedens ꝛc. gehören hierher — oder eine dem täglichen Leben angehörige, nämlich die Erwärmung der Räume, worin man sich während der kalten Jahreszeit aufhält, die eigentliche Zimmerheizung. Hier ist natürlich nur von der Heizung der Zimmer u. s. w. ausschließlich die Rede.

Allgemein genommen besteht sie darin, daß die in dem Raum enthaltene Luft von dem Brennstoff auf einer unsern physischen Anforderungen entsprechenden Temperatur gegen die Kälte außerhalb erhalten wird. Zufällig ist nun die Fähigkeit der Luft, die

empfangene Wärme durch ihre Masse hindurch fortzupflanzen, äußerst gering, und ihre Erwärmung würde auf diesem Wege sehr schwierig und langsam von statten gehen, wenn nicht schon im Anfang derselben eine Strömung entstände, welche man als die hauptsächlichste Verbreiterin der Wärme anzusehen hat. Die mit dem erhitzten Medium (der Ofenfläche) zunächst in Berührung stehende Luftschicht erfährt nämlich mit der Temperaturerhöhung sogleich eine Vermehrung ihres Volums und somit eine Verminderung ihres eigenthümlichen Gewichts, wodurch sie von der kältern von der Stelle gerückt und genöthigt wird, sich in die obersten Regionen des Raumes zu begeben. Die kältere erfährt dieselbe Bewegung u. s. f., bis nach und nach die ganze Menge der Zimmerluft auf dem Wege dieser Strömung Gelegenheit gefunden hat, sich an der heißen Fläche zu erwärmen. Die Geschwindigkeit einer derartigen Strömung hängt also von der Ausdehnung der heizenden Oberfläche überhaupt und der Temperaturdifferenz zwischen der bereits erwärmten Luft oder, was dasselbe ist, zwischen der Oberfläche und der noch kalten Luft ab, steht dagegen nicht in geradem Verhältniß damit, sondern ist der Quadratwurzel derselben proportional. Hat die Zimmerluft z. B. 15° C. und die Ofenfläche das eine Mal 80°, das andere Mal 100° C., so wird die Strömung im letzten Falle um

$$\sqrt{\frac{80-15}{100-15}} = \frac{1}{1{,}14}$$

schneller sein. Weil sich endlich die Wärme von einer Quelle aus außer durch unmittelbare Berührung auch durch Strahlung fortpflanzt, so werden auf diesem Wege auch entferntere Luftschichten erwärmt und durch die Strömung fortbewegt. Auf diese Weise würde die Heizung der Zimmer sehr leicht, schnell und mit geringem Aufwand von Brennstoff vor sich gehen, wenn nicht durch vielfältige Ursachen, welche mehrentheils in der Natur der Sache liegen und niemals zu vermeiden sind, in den Zimmern eine fortwährende Entziehung von Wärme und Entweichen von erwärmter Luft stattfände. Einmal werden die Wände des Zimmers, die Fenster- und Thürflächen fortwährend Wärme von der Luft aufnehmen und nach außen abgeben; ferner steht die

innere Luft als wärmer und leichter mit der äußern nicht im Gleichgewicht, sondern alle Oeffnungen, wie Ritzen der Fenster und Thüren und ganz besonders das Oeffnen derselben ꝛc., werden dazu dienen, von unten kalte Luft herein, von oben warme Luft hinaus zu lassen; endlich ist es für den Aufenthalt im Zimmer durchaus nothwendig, daß die durch's Athmen und die Ausdünstung verbrauchte Luft stets durch frische ersetzt wird (Ventilation). Nach einer Schätzung von Munke beträgt der angeführte Verlust, selbst das abgerechnet, was die nothwendige Ventilation dazu beiträgt, in 12 Stunden das 5fache, nach einer andern Schätzung nahe das 6fache der Wärme, welche nöthig ist, das in einem Zimmer gewöhnlicher Einrichtung ursprünglich enthaltene Luftquantum auf 20° C. zu erwärmen. Immer wird diese Größe für die einzelnen Fälle verschieden sein und besonders ausgemittelt werden müssen. Zum Theil wird dieser Schaden durch die Lebenswärme der im Zimmer befindlichen Personen, sowie durch das Brennen von Lichtern und Lampen aufgehoben, doch bleibt es immer gewiß, daß der größte Theil der consumirten Brennstoffe nicht zur ursprünglichen Erwärmung der Luft in den Zimmern, sondern vielmehr zur fortwährenden Ausgleichung des besprochenen Verlustes dient. Zweckmäßige Einrichtungen, z. B. Doppelfenster und Doppelthüren, welche eine stagnirende Luftschicht einschließen, können den letztern wesentlich vermindern. Während eine Thür geöffnet ist, wird nämlich die warme Luft von oben aus-, die kalte von unten einströmen, und zwar um so schneller, je größer der Unterschied der Temperatur beider ist.

Darum ist es vortheilhaft, die Thüren nach erwärmten Vorplätzen gehen zu lassen. — Es versteht sich von selbst, daß bei der verschiedenen Beschaffenheit der Localitäten keine Angaben allgemeine Gültigkeit haben können. Uebrigens läßt sich für jeden Fall die Größe des Verlustes empirisch dadurch finden, daß man beobachtet, um wie viel die Temperatur eines Zimmers in einer gegebenen Zeit nach dem Erlöschen des Feuers sinkt. — Die Erwärmung der Luft in der angeführten Weise geht stets von einer Vorrichtung aus, worin die Verbrennung des Mate-

rials und die Fortführung der Wärme stattfindet. Bei den tausendfältigen Formen, welche diese Vorrichtungen im Leben annehmen, lassen sich drei wesentliche Theile unterscheiden: der Raum, worin die Verbrennung vor sich geht, der Feuerraum; der Raum, worin die Hitze ihre Wirkung ausübt, der Heizraum; endlich der Rauchfang, welcher theils zur Hervorbringung des Luftzugs, theils zur Ableitung der Verbrennungsproducte dient. Die beiden Grundbedingungen, welche jede Einrichtung erfüllen muß, sind: Erhaltung der Temperatur, welche das Material zu seiner Verbrennung bedarf, und Hinzuführung der dazu erforderlichen Luft (Sauerstoff). Mangel an dem einen oder andern hat unfehlbar ein unvollkommenes Verbrennen, also auch eine unvollständige Wärmeentwickelung zur Folge, ein Umstand, der in der Praxis niemals ganz vermieden werden kann.

Die zum Brennen erforderliche Luft wird zuweilen, wie bei metallurgischen Processen, unabhängig von der Feuerung durch besondere Maschinen in den Brennraum eingeblasen, oder man benutzt in der Mehrzahl der Fälle, wie in allen Zimmeröfen, Kochherden, Kesselfeuerungen ꝛc., die erzeugte Wärme als Kraft, um die Luft nach dem Brennraum hinzutreiben, was vermittelst der Esse (des Rauchfangs) geschieht, welcher wesentlich nichts Anderes ist als ein auf eine bestimmte Höhe über den Feuerraum sich erhebender Canal, dessen Querschnitt von irgend einer Form mit jenem (dem Feuerraum) innerhalb gewisser Verhältnisse bleiben muß und sowohl oben als unten mit der äußeren Luft communicirt. Die Luftsäule, welche das Innere der Esse einnimmt, wird von einer äußeren Säule desselben Umfangs im Gleichgewicht erhalten, ein Zustand, der aber von dem Augenblicke an aufhört, wo das Feuer auf die innere erwärmend einwirkt, diese ausdehnt und specifisch leichter macht. Das Gleichgewicht ist gestört, die äußere Luft sucht in den Raum, welchen die nunmehr aufsteigende innere verläßt, nachzufallen, dort angekommen, sich ebenfalls zu erwärmen, einer neuen Quantität kalter Luft Platz zu machen u. s. f.; es wird mit einem Wort ein Luftzug entstehen, welcher so lange dauert als die Verbrennung. Das Uebergewicht der äußeren Luft wächst und fällt mit

der Höhe der Esse und der Temperatur in derselben. Bekanntlich wird die Luft bei je 1° C., um welchen sie erwärmt wird, zugleich um $\frac{1}{274}$ ihres vorigen Volums ausgedehnt; in einem Canale von gleich bleibendem Querschnitt wird aber eben dieses geradezu durch die Höhe gemessen. Bezeichnet h die Höhe des Schornsteins, t den Temperaturunterschied der äußeren und inneren Luft, so hat man $h - \frac{ht}{274} = h\left(1 - \frac{t}{274}\right) = h'$ für die Höhe der inneren Luftsäule, welche sie bei der Temperatur der äußeren einnehmen würden. Die erstere ist also gleichsam um $h - h'$ oder $h - h\left(1 - \frac{t}{274}\right) - \frac{ht}{274}$ kürzer als die letztere, ein Höhenunterschied, welcher von dieser durchfallen werden muß, um in die Esse einzustreichen. Die Geschwindigkeit, welche sie nach Beendigung des Falles erlangt hat, ist nun überhaupt diejenige, womit sich die Luft in der Esse bewegt, und nach dem Gesetz des freien Falles doppelt so groß als die während des Falles erfolgte Beschleunigung[1]). Für den vorliegenden Fall, wo $s = \frac{ht}{274}$ ist, hat man daher $c = 2\sqrt{g\frac{ht}{274}}$ für die Geschwindigkeit, welche der Theorie nach erfolgen müßte. Die gegebene Formel beruht aber auf Voraussetzungen, welche in der Praxis niemals stattfinden, und die Erfahrung hat gelehrt, daß die wirkliche Geschwindigkeit in einer Esse wegen Unregelmäßigkei der Wände, gehemmten Eintritts der Luft durch Rost und Brennstoff, veränderter chemischer Beschaffenheit derselben u. s. f. so sehr hinter der theoretischen Berechnung zurückbleibt, daß dieses letztere zur Berechnung der erstern nicht umittelbar benutzt werden kann.

---

1) Bezeichnet g den Raum, welcher in der Secunde durchfallen wird = 15' Par., t die Dauer des Falles in Secunden, s den Raum, welcher in der Zeit t durchfallen wird und c die dadurch erlangte Geschwindigkeit, so ergiebt sich $c = 2\,gt$. Weil ferner der durchfallene Raum dem Quadrate der verflossenen Zeit proportional ist oder $s = gt^2$, folgt $t = \sqrt{\frac{s}{g}}$ und daraus $c = 2g\sqrt{\frac{s}{g}} = 2\sqrt{gs}$.

Zum Theil lassen sich die angeführten Umstände in Berechnung ziehen, so weit wenigstens, als es zum Verständniß der Art ihrer Einwirkung erforderlich ist. Als wesentliches Hinderniß ist die Reibung anzusehen, welche der Luftstrom an der inneren Essenfläche erfährt; sie besteht darin, daß die Kraft des Luftstroms bei seinem Anprallen an die hervorragenden Theile der rauhen Fläche theilweise gebrochen wird und daher wachsen muß mit der Anzahl dieser Theile, d. i. mit der Länge des Schornsteins und der Gewalt, mit welcher das Anprallen geschieht, d. i. der Geschwindigkeit des Zugs, und hängt endlich von der Natur des Materials ab, woraus die Esse besteht. Gewöhnliche Mauer mit Kalkmörtelputz bietet ungleich mehr Reibung als Gußeisen oder Blech. Begreiflicherweise wird ein enger Schornstein unter gleichen Verhältnissen ungünstiger wirken als ein weiter, weil bei dem letzteren bei weitem der größere Theil der Luftmasse durch den Kern des Kamins geht und die Wand nicht berührt. In einem ganz engen Canal wird zuletzt jedes Lufttheilchen daran anstoßen. Allgemein also fällt der Einfluß der Reibung mit dem wachsenden Durchmesser. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die wirkliche Geschwindigkeit des Zugs, selbst nach Berücksichtigung der genannten Einflüsse, deren Größe man durch Versuche festgestellt hat, noch immer merklich geringer ist, als die Berechnung ergiebt. Es erklärt sich dies aus der Mitwirkung von Zufälligkeiten, wie z. B. nachlässigem Bewurf, Anhäufen von Ruß, Verlegung des Rostes durch Asche und Brennstoff ɛc., welche in der Praxis stets mehr oder weniger vorhanden sind. Da man in der Vergrößerung des Durchmessers und der Temperatur des Schornsteins Mittel hat, die vorhandene Reibung zum Theil aufzuheben, so ist es interessant zu wissen, wie weit diese in der Praxis zulässig sind. — Zunächst ist nach dem Obigen einleuchtend, daß die Nachtheile, welche aus der Erhöhung der Schornsteine folgen, durch deren gleichzeitige Erweiterung ausgeglichen werden können, aber die Rechnung weis't aus, daß dieser Vortheil aufhört, wenn die Höhe das 30- bis 40fache des Durchmessers der (runden) Esse beträgt, also sehr früh. Durch ein sinnreiches Mittel ist man im Stande

gewesen, diese enge Grenze zu überschreiten. Es besteht darin, daß man die Esse bei gleich bleibender Einmündung für ihre übrige Länge plötzlich einen viel größeren Durchmesser annehmen läßt. Dadurch wird die nöthige Luftmenge nach wie vor mit gleicher Schnelligkeit durch Rost und Brennmaterial einströmen, und dies ist ja der wahre praktische Zweck des Zugs — um sich aber sogleich in dem weitern Canal auszubreiten und in Folge dessen auch ebenso vielmal langsamer durchzuströmen, was nach oben nicht anders geschehen kann als unter einer mit der Geschwindigkeit verminderten Reibung. Der Berechnung nach ist der höchste Vortheil ungefähr dann, wenn die Weite der Einflußmündung $^1/_4$ von der des Schornsteins ist, denn man begreift sogleich, daß mit der Erweiterung desselben die Masse der Wände und damit die Größe der Abkühlung wächst, welche sie bewirken. Es giebt also dabei einen Punkt, wo der Vortheil der verminderten Reibung und der Nachtheil der Abkühlung einander aufheben. — Nach dem Princip der Essen muß der Zug darin in dem Maße zunehmen, als die Temperatur im Innern die äußere überwiegt; dies geschieht übrigens nur in geringerem Verhältniß (der Quadratwurzel nämlich) als dem der Temperaturerhöhung, so daß über 250° hinaus keine Zugvermehrung mehr folgt, wenn die Höhe der Esse das 20fache ihrer Weite ist. Wenn ein Theil des Kamins geneigt oder horizontal läuft, so hat dies an und für sich keinen großen Einfluß, wenn dadurch die Gesammthöhe nicht beeinträchtigt wird; doch darf nicht übersehen werden, daß sowohl die Reibung als Abkühlung um einiges vermehrt wird. Verengerungen hinter der Einflußmündung sind dagegen sorgfältig zu vermeiden. Endlich verdient bemerkt zu werden, daß der Einfluß des Windes in der Regel störend wirkt und schwerer zu umgehen ist; es kann dies nur so geschehen, daß man den Schornstein, mithin den Zug, so viel erhöht, daß diese Störung überwunden wird, oder dadurch, daß an der Mündung desselben besondere Vorrichtungen angebracht werden, welche dieselbe auf eine gewisse Höhe vom Druck desselben frei halten. Der Umstand, daß die Sonnenstrahlen, wenn sie zu

gewissen Zeiten in den Kamin einfallen, den Zug hemmen oder „den Rauch zurückdrücken", ist nicht genügend erklärt.

Der wichtigste Theil des Feuerraums ist die Unterlage für den Brennstoff; insofern dieselbe durchbrochen ist, um den Zutritt für die Luft zu vermitteln, wird sie Rost genannt. Die Zwischenräume des Rostes sollen weit genug sein, um die Asche hindurch zu lassen, zugleich aber auch so eng sein, um die unverbrannten Kohlen zurückzuhalten; ferner bilden dieselben zusammengenommen die Eintrittsöffnung zur Esse. Wie daraus hervorgeht, ist die Gestalt der Roststäbe sowie deren gegenseitiger Abstand von vielem Einfluß auf den Zug. Der Querschnitt der Stäbe muß stets von der Art sein, daß die Rostöffnungen sich nach unten erweitern; die letzteren müssen streng genommen eine Oeffnung bilden, welche zu dem Querschnitt der Esse in dem oben abgeleiteten besten Verhältniß (1 zu 4) steht. Nun ist aber in der Ausübung ein großer, wechselnder, von der Form des Brennstoffs abhängender, nur durch Erfahrung zu ermittelnder Theil der Rostfläche wegen des aufliegenden Brennstoffs verschlossen und unwirksam. Nach der Erfahrung muß die Summe der Zwischenräume wenigstens 4mal so groß als die aus dem Eisenquerschnitte berechnete, also diesem gleich sein, um gehörig zu wirken, und hängt mithin von der Menge des Materials ab, welches der Feuerraum in einer gegebenen Zeit verbrennen soll. Je größer die Heizkraft eines Brennstoffs, um so weiter kann die lichte Rostfläche, je geringer, um so enger kann diese sein. Bei Holz kann der Rost gänzlich wegbleiben, um durch eine in der Heizthüre angebrachte Oeffnung ersetzt zu werden. Die Form des Rostes ist weniger wesentlich, kann aber, wenn sie das regelmäßige Zusammensinken des Brennstoffs befördert, also vertieft, korbförmig ꝛc. ist, den Erfolg der Heizung merklich unterstützen.

Von den Heizeinrichtungen insbesondere.

Um die Natur der verschiedenen Heizeinrichtungen besser einzusehen, ist es nothwendig, sich daran zu erinnern, daß die aus einem Brennstoff entwickelte Wärme auf zweierlei Weise auf die

Umgebung übertragen wird, nämlich durch Strahlung und durch unmittelbare Berührung. Péclet hat mittelst eines sinnreichen Apparates diese Verhältnisse untersucht, indem er den in einem runden Drahtkorb eingeschlossenen Brennstoff mit einem ringförmigen Gefäße in der Art umgab, daß die bekannte in diesem enthaltene Wassermenge einzig und allein durch Strahlung von der Oberfläche des kugelförmigen Korbes aus erwärmt werden konnte. Durch Vergleichung der Größe der strahlenden Oberfläche mit der Menge und Temperatur des erwärmten Wassers fand sich, daß die strahlende Wärme beim Holz $^1/_4$, bei der Holzkohle $^1/_2$, bei der Steinkohle ungefähr ebenso viel und beim Torf und der Torfkohle $^5/_{12}$ der ganzen entwickelten Wärmemenge beträgt. Immer ist also die strahlende Wärme so ziemlich der kleinere Theil und schon darum sind die Einrichtungen, welche nur vermittelst dieser die Erwärmung der Zimmerluft bewerkstelligen, unvortheilhaft. Dessenungeachtet gehören diese Einrichtungen, welche man Kamine nennt, zu den ältesten und sind noch jetzt in Frankreich und England die gewöhnlichen. Die Esse geht wie gewöhnlich in das Zimmer und breitet sich an dem untern Theile in der Höhe von einigen Fußen zu einer vorn offenen Nische aus, auf deren Boden sich eine Art Korb oder Rost für den Brennstoff befindet, in der Art, daß das Feuer eigentlich frei im Zimmer brennt, aber dabei der Rauch seinen Abzug findet. Die Luft strömt also aus dem Zimmer nach dem Feuer, erwärmt sich dort und entweicht alsdann — darin liegt der große Nachtheil — unmittelbar in die Esse, ohne irgend eine Gelegenheit, einen Theil ihrer Wärme vorher nutzbar abzugeben. Dazu kommt noch, daß die Masse der zuströmenden Luft bei einem freien Feuer nicht geregelt werden kann und mithin eine beträchtliche Menge der bereits erwärmten Zimmerluft durch den Zug unnützerweise weggerafft wird. Der einzige Weg, welcher dem Feuer offen steht, seine Hitze an diese abzugeben, ist demnach die Strahlung. Alle an den Kaminen durch Rumford u. A. angebrachte Verbesserungen haben daher theils zum Zwecke, die Strahlung nach dem Zimmer möglichst zu erleichtern, theils die Wärme der entweichenden Zugluft, so weit dadurch der nöthige

Zug nicht leidet, dahin nutzbar abzuleiten, und sind darauf berechnet, denselben zu regeln. Zu dem Ende hat man den Rostkorb, worin das Brennmaterial enthalten ist, so viel als möglich von der Kaminwand nach vorn gerückt und die Nische desselben so gestaltet, daß deren innere Fläche gleichsam wie der Reflector einer Laterne die Wärmestrahlen auffängt und nach dem Zimmer sendet; man hat ferner die Kaminöffnung verengert und mit Schiebern versehen und dadurch einen Verlust an Wärme verringert, der dessenungeachtet noch viel größer bleibt als bei den übrigen Heizapparaten. Der zuletzt angeführte Zweck hat zur Construction einer Einrichtung Veranlassung gegeben, welche den Vortheil der Kamine mit dem der Oefen vereinigt und die darum Ofenkamine genannt werden. Bei einem solchen, von Desarnod erfunden, steht das Kamin nicht mehr in der Wand, sondern vorgerückt und isolirt im Zimmer, ist aber dabei von hinten — anstatt früher durch die Zimmerwand — nunmehr durch eine Eisenplatte geschlossen, über welche hinweg der Rauch durch einen Schlitz nach einer Circulation und von da in die Esse entweicht. Hierbei geschieht die Erwärmung des Zimmers neben der Strahlung vorzugsweise durch unmittelbare Einwirkung der erhitzten Eisenplatte und Circulation auf die Zimmerluft. — Die vollkommene Circulation, welche die Kamine hervorbringen, sowie die unbestreitbar große Annehmlichkeit, das Feuer zu sehen, sind hinreichende Vortheile, um diese Form der Heizung in einem Lande wie England, wo es weder so strenge Winter noch so heiße Sommer giebt als auf dem Continent, in Aufnahme zu erhalten.

Die Einrichtung, bei welcher die Verbrennung zwar im Zimmer, aber in einem (die Zugöffnung abgerechnet) verschlossenen Raume vor sich geht und die entwickelte Wärme zunächst an dessen Wände und von da an die Zimmerluft übertragen wird, umfaßt die verschiedenen Zimmeröfen. Während bei den Kaminen die Heizung von dem Feuerraume ausgeht und ein eigentlicher Heizraum gar nicht vorhanden ist, so spielt dieser bei den Oefen die wichtigste Rolle und ist in der Regel der ausgedehnteste Theil derselben. Meist wird die Communication zwischen

der Esse und dem Heizraum durch eisenblecherne Rauchröhren vermittelt, welche als ein nicht weniger wesentlicher Theil der Oefen zu betrachten sind. In der Mehrzahl der Wohnungen sind nämlich die Schornsteine so weit gehalten, daß sie zum Behufe ihrer Reinigung von einem Mann durchfahren werden können; in Folge dieser Ueberschreitung der richtigen Dimension dient die Esse nur noch zum Rauchableiter und hört beinahe gänzlich auf, den Rauch zu erregen, eine Function der Rauchröhre. Im Zimmer selbst aufsteigend und rings von Zimmerluft umgeben, ist sie aber zugleich als Verlängerung des Heizraumes zu betrachten und unterstützt die Leistung desselben zu einem bedeutenden Theile. Zu den oben für die Einrichtung des Heizraums gegebenen Bedingungen kommt für die Oefen insbesondere noch das richtige Verhältniß des Heizraums zur Menge des Brennstoffs hinzu, welche der gegebene Rauminhalt des Zimmers nebst darin stattfindendem Wärmeverlust und der Ventilation erheischt. Der Heizraum muß hinreichend Oberfläche besitzen, um die empfangene Wärme in einer gegebenen Zeit in dem Maße nach außen zu verbreiten, als sie durch die bekannten Ursachen fortwährend verloren geht, vorausgesetzt, daß die Menge des verwendeten Brennstoffs richtig abgeglichen ist. Die Materialien, welche zur Construction von Oefen benutzt werden, sind Gußeisen, Schwarzblech und gebrannter Thon (Backsteine, Fayence); es ist darum nothwendig, den Grad ihrer Fähigkeit zu kennen, mit welcher sie die empfangene Wärme fortzupflanzen vermögen, von der man aus der täglichen Erfahrung weiß, daß sie bei dem Eisen ungleich größer ist als bei dem Thon. Diese Fähigkeit hängt aber in der That von zwei Dingen ab und zwar zunächst von der Leitungsfähigkeit, welche beim Thon nach Despretz nahe 33mal geringer ist [1]). Die Wärme soll aber nicht allein durch die Masse des Heizraums von Theilchen zu Theilchen, sondern auch von dessen Oberfläche an die Luft fortgepflanzt

---

1) Péclet hat dieses Verhältniß durch neuere Versuche bestätigt, wonach die Wärmemengen, welche Platten von 1 Quadratmeter Fläche und 1 mm Dicke bei einer Temperaturdifferenz von 1° C. durch sie hindurchlassen, bei Thon und Eisen im Verhältniß von 0,24 : 7,95 = 1 : 33,1 stehen.

werden, was theils durch die vorhandene Berührung mit derselben, theils aber auch durch Strahlung geschieht, wozu die verschiedenen Oberflächen sehr ungleich geeignet sind. Beides zusammengenommen geschieht diese Fortpflanzung oder Mittheilung der Wärme von der Oberfläche an die Luft nach Péclet beim Eisenblech **1,21** mal, beim Gußeisen **2**mal rascher als beim Thon, so daß überhaupt unter gleichen Umständen das Eisen in derselben Zeit $^{33}/_{2}$ = **16,5** mal und das Blech $^{33}/_{1,21}$ = **27,5** mal mehr Wärme abgeben als der Thon. In der Praxis muß also für gleichen Effect der Heizraum aus Thon **27,5** mal so groß als ein blecherner oder **16,5** mal so groß als ein gußeiserner sein. Eiserne Oefen heizen darum rasch und erkalten schnell, thönerne umgekehrt; stets muß der Zweck über die Wahl entscheiden. Wenn die Brennstoffe mit derjenigen Lebhaftigkeit verbrennen, welche zur vollständigen Entwickelung der Wärme nothwendig ist, so geschieht diese letztere viel rascher und intensiver, als es für den Zweck der Zimmerheizung paßt, welche eine anhaltend gleich bleibende Temperatur, d. h. eine zwar vollständige, aber so langsam vor sich gehende Entwickelung der Wärme erheischt, daß dadurch möglichst lange auf die Zimmerluft eine Temperatur von etwa **20**⁰ hervorgebracht wird. Wie begreiflich, ist das Eisen nicht das Material, welches besonders dazu geeignet ist, diesen Uebelstand auszugleichen, weil es die Wärme fast ebenso schnell verbreitet als empfängt. Dagegen gewährt der Thon aus den entgegengesetzten Ursachen darin einen entschiedenen Vortheil: so rasch ihm auch die Wärme von innen zufließen mag, stets wird er sie ungleich langsamer und allmählich abgeben. Insofern während der Wirkung des Brennstoffs stets mehr Wärme vom Thon aufgenommen als abgegeben wird, findet so zu sagen eine Art von Aufspeicherung statt, welche sich als eine ebenso vortheilhafte als annehmliche Regulirung der Verbrennung zu erkennen giebt. Man unterscheidet daher den bei uns gewöhnlicheren eisernen L e i t u n g s ö f e n gegenüber — deren häufige Anwendung auf ihrer Wohlfeilheit, einem bleibenden Materialwerthe und der Leichtigkeit beruht, mit welcher sie fabrikmäßig angefertigt werden können — sogenannte M a s s e n ö f e n, bei

welchen die Erwärmung nicht durch die Wände thönerner oder eiserner Canäle oder beider zugleich geschieht, sondern wesentlich darin besteht, daß die Hitze von einer größern soliden Steinmasse während der Verbrennung aufgesammelt und von da nach dem Erlöschen des Feuers langsam und gleichmäßig ausströmt. Aus der gegebenen Menge Luft (= A), welche der Ofen stündlich zum Ersatz der Abkühlung und Ventilation (auf 1° C.) erwärmen muß, läßt sich leicht die erforderliche Thonmasse nach Kubikfußen berechnen. Im Mittel wiegen: 1 Kubikfuß gebrannter Thon 62 Pfund, 1 Kubikfuß Luft von 20° C. 0,037 Pfund, also bei gleichem Umfange 1680 mal weniger; auch bringt dieselbe Wärmemenge gleiche Temperatur in gleichen Massen beider Körper hervor (die spec. Wärme der Luft und des Thons sind nahe 1/4 des Wassers). Daher wird die Wärme, welche nöthig ist, um 1680 Kubikfuß Luft auf die gewünschte Zimmertemperatur oder 1° über die äußere zu erwärmen, hinreichend sein, denselben Effect bei 1 Kubikfuß Thon hervorzubringen. Letzterer wird aber durch die Wirkung des Feuers weit heißer und erwärmt die Zimmerluft dadurch, daß er vom vorhergehenden Nachschüren zum andern von dem Maximum der erlangten Hitze $= T^0$ bis auf eine Temperatur t'^0 erkaltet, welche noch merklich höher ist als t^0. Die durch das Erkalten abgegebene Wärme wird ein im Verhältniß von $t^0 : (T - t')^0$ größeres Volum Luft auf t^0 erwärmen, woraus sich denn $Q = \frac{A\,t^0}{(T - t')^0\,1680}$ als das der zu erwärmenden Luftmasse entsprechende Thonvolum ergiebt. — In unsern Gegenden und dem größern Theile von Deutschland sind die Leitungsöfen, dagegen im Norden (Schweden, Rußland) die Massenöfen gebräuchlicher.

Die Canalheizung. — Ein besonderer Fall und zwar der älteste der ganzen Heizung, welchen schon die Römer für ihre Bäder, und den man noch jetzt bei Treibhäusern und ähnlichen Einrichtungen anwendet, ist die Canalheizung. Die in einem außer- und unterhalb gelegenen Feuerherde erzeugten heißen Gase und Rauch werden durch ein System von Canälen unter dem Fußboden hergeführt, wo sie ihre Wärme an das

Local abgeben, um dann in den Schornstein zu entweichen. Leider ist diese Heizungsart, unstreitig für Wohnzimmer die geeignetste, höchstens nur im untern Geschoß des Hauses anzubringen und da mit Schwierigkeit. Es versteht sich von selbst, daß bei jeder Benutzungsweise der Canalheizung darauf Rücksicht genommen werden muß, daß die Ableitung der Wärme nach unten, etwa durch eine Lage Schutt oder dergleichen, so nahe wie möglich null wird. — Die Canalheizung ist von den Stubenöfen nur durch die Lage gegen das Zimmer verschieden; insofern der Feuerraum nämlich tiefer als dieses liegt, läßt sich das Rauchrohr — von dem die Canäle nicht verschieden sind — in den Fußboden verlegen, als an einen Ort, von wo aus die Heizung zweckmäßiger von statten geht. Nur darin wird der Ofen der Canalheizung bestimmt vom Stubenofen verschieden sein, daß bei jenem, oder vielmehr seinem Heizraum, die Ableitung der Wärme an die Umgebung so vollständig als möglich vermieden werden muß, weil dieselbe begreiflicherweise erst später in den Canälen mit Vortheil geschehen kann.

Von der Luftheizung. — Für die Fälle, wo man, sei es wegen der Eleganz, wegen der Sicherheit (Gefängnisse 2c.) oder aus Gründen der Raumersparniß, den Ofen aus dem Bereiche des Zimmers zu verbannen wünscht, hat man den Weg eingeschlagen, die Erwärmung des erforderlichen Luftquantums an einem besonderen Orte in den tiefer gelegenen Theilen des Hauses vorzunehmen, um dasselbe durch Röhren in die verschiedenen Zimmer zu vertheilen. Sehr unpassend hat man diesem System den Namen der Luftheizung gegeben, eine Benennung, welche streng genommen keinen einzigen Fall der Zimmerheizung ausschließt. Wie von selbst einleuchtet, muß die im Zimmer enthaltene Luft auf irgend eine Weise im Stande sein, der einströmenden warmen Raum zu geben. Entweder hat man dafür keine weitere Sorge getragen und die nachströmende Luft verdrängt die vorhandene durch die Ritzen der Fenster 2c. und die hier und da sich öffnenden Thüren; oder man leitet die verbrauchte, zum Theil abgekühlte Luft nach dem Ofen zurück, wo sie auf's neue erwärmt ihren Weg wiederholt; oder es wird

endlich die Luft des Zimmers wieder nach dem Ofen geleitet, nicht um wieder erwärmt, sondern um zur Speisung des Brennmaterials im Innern des Ofens verwendet zu werden. Der zweite Fall verbindet mit dem großen Nachtheil der mangelnden Ventilation, welche nur durch zufällig sich bildende Auswege der Thüren und Fenster stattfinden kann, eine gewisse Oekonomie der erwärmten Luft, aber nur scheinbar, denn je vollkommener der Verschluß des Zimmers, um so eher wird es nothwendig, die verdorbene Luft wegzunehmen und ein neues Quantum in Circulation zu setzen. Bei der letzten Methode wird insofern eine Ersparniß bezweckt, als das Feuer nicht mit kalter Luft von außen, sondern wärmerer Luft aus dem Zimmer ernährt wird. Wenn 1 Pfund lufttrockenes Holz 5 Pfund = 123 Kubikfuß Luft von 0° zum Verbrennen bedarf, wenn ferner nach Rumford dadurch 26 Pfund Wasser auf 100°, oder $4 \times 26 = 104$ Pfund Luft auf 100° oder $\frac{100 \times 104}{20} = 520$ Pfund Luft auf 20° erwärmt werden, so wird die Temperatur von 20° (anstatt 0°), womit im vorliegenden Falle und beispielsweise die 5 Pfund Luft dem Feuer zuströmen, einem Aufwand von $\frac{1 \times 5}{520}$ = nahe 0,01 Pfund Holz entsprechen, welcher vermieden wird. Diese Ersparniß von 1 % oder etwas mehr, wenn die Zimmertemperatur 20° übersteigt, ist zu gering, um besondere Einrichtungen zu lohnen, woher es dann kommt, daß man in der Praxis die beiden letzten Methoden am besten verbindet. Es kann dann die Luft, welche einige Zeit circulirt hat, nach Belieben in den Feuerherd gelassen und durch frische Luft von außen her ersetzt werden, deren Erwärmung dann gerade so viel kostet, als durch die Benutzung jener zur Speisung des Feuers erspart wird. — Vorausgesetzt, daß in einem Zimmer durch Thüren und Fenster hinreichender Luftwechsel stattfinden kann, so wird die erste Methode einen natürlichen, sehr wesentlichen Vortheil dadurch mit sich bringen, daß die einströmende Luft, die vorhandene unaufhörlich nach außen verdrängend, dadurch im Zimmer einen Zustand herbeiführen wird, in welchem die Tendenz der äußeren

kalten Luft durch die Ritzen einzudringen vollkommen aufhört und alle damit zusammenhängende Unannehmlichkeiten und Nachtheile verschwinden. Ganz sicher wird der Verlust, der aus der Speisung des Feuers mit kalter Luft hervorgeht, dadurch bedeutend aufgewogen.

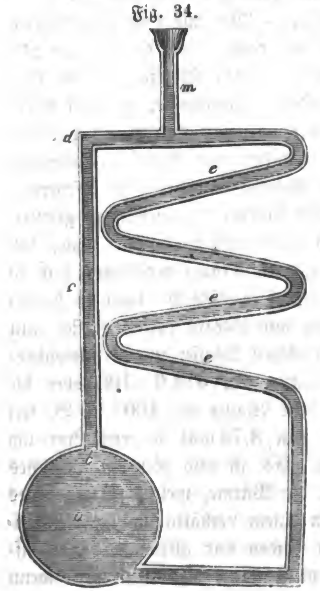
Für Gebäude, worin die Zimmer unregelmäßig geheizt werden, bald in größerer, bald in geringerer Zahl, ist die Luftheizung unpassend, weil dadurch das richtige Verhältniß der Dimensionen des Ofens zum Bedürfniß an warmer Luft gestört wird. Im übrigen ist eine wesentliche Ersparniß damit verknüpft, denn die Zahl der Oefen wird auf einen vermindert und der Brennstoff in diesem besser benutzt, als wenn er in mehreren Oefen vertheilt brennt; endlich wird der Vortheil einer gleichmäßigen, gleich vom Boden ausgehenden Heizung den durch die Röhrenleitung verursachten Wärmeverlust reichlich überwiegen.

Von der Wasserheizung. — Wie aus dem Angeführten hervorgeht, besteht die Luftheizung darin, daß die Wärme von einer Centralfeuerung aus auf die Luft übertragen und diese alsdann an die verschiedenen Orte, Zimmer 2c. vertheilt wird. Anstatt die Luft unmittelbar zu erwärmen, hat man in vielen Fällen einen Zwischenkörper, nämlich das Wasser gewählt, welches auf ähnliche Weise die Wärme von der Centralfeuerung empfängt und, nach den einzelnen Theilen des Gebäudes geleitet, wieder abgiebt. Es dient also das Wasser lediglich dazu, um die Wärme zu transportiren, als ein Träger derselben, und ist in der That wegen seiner großen spec. Wärme dazu in hohem Grade geeignet. Nach Delaroche und Bérard verhalten sich nun die Wärmemengen in 1 Gewichtstheil Wasser und 1 Gewichtstheil Luft von gleicher Temperatur wie 374,6 : 100 oder die Wärme, welche beim Erkalten von Wasser um 100° z. B. frei wird, vermag die Temperatur von 3,74 mal so viel Luft um ebenso viel Grade zu erhöhen. Es ist also hier ein ähnliches Verhältniß wie bei dem Thon; die Wärme, welche ein gegebenes Luftquantum erfordert, kann in einem verhältnißmäßig viel kleineren Quantum Wasser Raum finden und gleichsam darin aufgespeichert werden. Noch viel mehr findet dies dann statt, wenn

das Wasser in Dampfgestalt zum Transportiren der Wärme dient, denn bei seinem Uebergange in Gas- (Dampf-) Form verschluckt das Wasser eine 5,5 mal größere Wärmequantität, als die zu seiner Erwärmung von 0° — 100° C. erforderliche, eine Wärmequantität, welche im Dampfe keine Temperaturerhöhung hervorbringt, durch das Thermometer nicht nachgewiesen werden kann und erst bei seiner Verdichtung wieder in gewöhnlicher Weise auftritt. Demnach wird ein Pfund Dampf von 100° bei seiner Verdichtung zu siedendem Wasser so viel Wärme abgeben, daß damit 5,5 Pfund Wasser oder 3,746 × 5,5 = 20,6 Pfund Luft auf 100° oder 103 Pfund auf 20° gebracht werden können. — Beiderlei Benutzungen des Wassers finden ihre Anwendung; die des warmen Wassers wird die Wasserheizung, die des Dampfes die Dampfheizung genannt.

Der Natur der Sache nach muß das warme Wasser im Maß des für ein Zimmer erforderlichen Wärmeersatzes erneuert werden, d. h. es muß dasselbe, wenn man sich nicht auf eine mühsame Auswechselung einlassen will, in dem Zimmer so circuliren, daß der erkaltete Theil abfließt und neu erwärmtes ununterbrochen zuströmt. Das Princip dieser Circulation erhellt aus Figur 34. Die Erwärmung des Wassers im Gefäße a wird sich zunächst, wenn sie vom Boden aus geschieht, auf die untern Wasserschichten erstrecken, diese ausdehnen, spec. leichter machen und dadurch nöthigen, nach den höchstgelegenen Theilen des Apparates, also anfangs nach b, von da in das Rohr c und endlich

Fig. 34.



auf die Höhe d emporzusteigen. In demselben Verhältnisse wird aber das kalte Wasser in e nachfließen müssen, wenn unten keine Leere entstehen soll; ein Spiel, das ebenso lange dauert, als noch Temperaturunterschied in den verschiedenen Theilen des Wassers vorhanden ist, oder niemals aufhört, wenn das aufsteigende warme Wasser unterwegs abgekühlt und der Temperaturunterschied dadurch forterhalten wird. Wie man leicht einsieht, kann a ebenso gut ein offenes Gefäß sein, in welches die Enden des Rohres eintauchen wie ein Heber, nur würde seitwärts zu viel Wärme unbenutzt bleiben. Die Wärme selbst dient also als bewegende Kraft der Circulation, welche um so rascher stattfinden wird, je weniger Abkühlung und Hindernisse den aufsteigenden Strom hemmen. In der Praxis, z. B. in England, wo die Wasserheizung durch Perkins verbreitet wurde, dienen entweder geschlossene Kessel, welche nach Art der Dampfkessel geheizt werden, oder die Röhren sind ohne Kessel in vielfachen Windungen im Ofen selbst eingelassen. Die Dimensionen des Herdes und der Leitung müssen so abgeglichen sein, d. h. die Abkühlung muß so rasch erfolgen, daß kein Dampf gebildet werden kann. Zur Vermeidung der Gefahr einer Explosion bei unvorhergesehener Bildung desselben, durch Ueberheizung etwa, müssen Sicherheitsventile, sowie wegen des Zerspringens der Röhren durch die Ausdehnung und Zusammenziehung der Metallmasse Compensationsstücke eingesetzt sein. Die letzteren bestehen darin, daß man zwei beliebige Enden nicht durch Schrauben, sondern dadurch vereinigt, daß das dünnere, durch eine Stopfbüchse eingefügt, Verschiebbarkeit bei wasserdichtem Verschluß gewährt. Auch dürfen an dem Gipfel der Leitung Röhren nicht fehlen, welche wie m z. B. die Luft auslassen, welche sich aus dem heißen Wasser entwickelt.

Die Quantität Wasser, welche per Minute von dem Apparate nach den zu heizenden Räumen geliefert werden muß, kann leicht auf folgende Weise bestimmt werden. Ist A die Luft in Kubikfußen und um t° wärmer als die äußere, welche in der Minute verloren geht und ersetzt werden muß, ist ferner 1 Kubikfuß Wasser 770mal schwerer als 1 Kubikfuß Luft, so entsprechen

A Kubikfuß Luft $\frac{A}{770}$ Kubikfuß Wasser dem Gewichte nach; aber die Wärme, welche jene (A) auf t^0 brachte, vermag nur nahe den vierten Theil von diesen $\left(\frac{A}{770}\right)$, oder genauer $\frac{A}{3,746 \times 770}$ ebenso weit zu erwärmen; es werden mit andern Worten $\frac{A}{3,746 \times 770}$ Kubikfuß Wasser beim Erkalten um t^0, gerade A Kubikfuß Luft um ebenso viel erwärmen. Das Wasser in den Röhren hat aber nahe 100^0 und giebt davon 60^0—70^0 ab oder erkaltet allgemein um $(T-t')^0$, darum wird man auch um ebenso viel Wasser weniger bedürfen, als $(T-t')^0$ höher ist als t^0, nämlich $\frac{A\,t^0}{3,746 \times 770\,(T-t')^0} = \frac{A\,t'^0}{2884,4\,(T-t')^0} = Q$ Kubikfuß $= Q$ $31\frac{1}{4}$ Pfund Wasser per Minute. Um diese Leitung einer solchen Leistung anzupassen, ist die Kenntniß der Geschwindigkeit nöthig, mit welcher das Wasser sich in Röhren bewegt. Sie wird im Wesentlichen gerade so bestimmt, wie der Zug der Kamine, nur daß die Reibung des Wassers, als von der der Luft verschieden, eine besondere Berücksichtigung erfahren muß. Die Geschwindigkeit führt mit Q zusammen auf den Durchmesser der Röhren und letzterer auf die Dimensionen der Feuerung. Das Steigrohr sucht man durch Umgeben mit schlecht leitenden Substanzen vor Abkühlung möglichst zu bewahren und ohne Biegung zu erhalten, dem Fallrohre dagegen alle Gelegenheit einzuräumen, wobei es Wärme an die Zimmerluft abgeben kann. Wenn die Heizung sich auf sehr ausgedehnte Räume erstreckt, so wird das Wasser in den hintern Zimmern zu kalt ankommen; man thut dann gut, jede Hälfte des Raumes durch eine besondere Leitung zu speisen.

Der Dampf gewährt in seiner Anwendung eine höhere Wirkung als das Wasser; man braucht davon weniger. Da 24,6 Kubikfuß Luft von 0^0 1 Pfund ausmachen, so werden A Kubikfuß des obigen Ausdrucks $\frac{A}{24,6}$ Pfund wiegen und durch Ver-

dichtung von $\frac{A}{24,6 \times 3,746 \times 5,5}$ Pfund Dampf von 100° zu siedendem Wasser auf diese Temperatur (von 100°), folglich auch von $\frac{A t^0}{24,6 \times 3,746 \times 5,5 \times 100} = Q$ Pfund Dampf auf t° höher als die äußere Luft gebracht werden. — Die Röhren, welche dazu bestimmt sind, den Dampf nach dem Orte seiner Verdichtung hinzuleiten, wählt man von engem Durchmesser (etwa 1,5 Zoll) und umgiebt sie, um vor der Hand alle Verdichtung zu vermeiden, mit einer dicken Schicht von Sahlband oder ähnlichem Wollenstoff; die Condensationsröhren dagegen sind wenigstens 4 mal so weit, von Kupfer oder Gußeisen und müssen so eingerichtet sein, daß man die Luft bei dem Eintreten des Dampfes auslassen kann, welche sonst seiner raschen Verbreitung sehr hemmend entgegentreten würde. Im allgemeinen muß die Oberfläche dieser Röhren rauh und matt sein, weshalb es gut ist, dem Kupfer durch einen Farbenanstrich oder dergleichen diejenige Beschaffenheit zu geben, welche dem Guß eigenthümlich ist. Um der Längenausdehnung derselben Spielraum zu geben, kann man entweder so verfahren, wie bei der Wasserheizung angeführt wurde, oder diesen Zweck noch einfacher dadurch erreichen, daß man in den geraden Verlauf der Röhre ein Bogenstück aus geschmeidigem Metall einschaltet, welches alsdann durch seine mehr oder weniger starke Biegung die Verlängerung ausgleicht. — Begreiflicherweise wirken verschiedene Körper nach der Beschaffenheit ihrer Oberfläche sehr ungleich verdichtend auf den Dampf; Clement fand, daß bei 15° der umgebenden Luft 1 □Fuß Oberfläche einer horizontalen gußeisernen Röhre 0,234, einer blanken kupfernen 0,184 und einer geschwärzten kupfernen 0,213 Pfund Dampf zu verdichten vermöge, eine Quantität, welche bei senkrechter Richtung der Röhren etwas größer ist. Bei aller Abänderung in den Besonderheiten dieses Systems muß stets für die Ableitung des verdichteten Wassers gesorgt sein, welches man am besten in der Richtung des Dampfstroms nach besonderen Röhren fließen läßt, welche es in den Dampfkessel zurückleiten. Zuweilen läßt man absichtlich nach beendigter

Circulation eine Quantität Wasser in den Röhren verweilen, um bei dessen Erkalten die Nachwirkung (ähnlich wie bei den Thonöfen) zu genießen. Für den Fall einer plötzlichen zufälligen und starken Verdichtung, welche das Wasser des Dampfkessels heraufsaugen würde, muß in der Gegend, wo der Dampf eintritt, ein Ventil angebracht sein, welches sich nach unten öffnet. — Die Luftheizung ist wegen des größeren Umfanges der Canäle einem größeren Nebenverluste ausgesetzt als die beiden letzten Methoden, welchen dagegen der Mangel an Ventilation zur Last fällt. Die Wasserheizung ist einfacher, leicht auf eine gegebene Temperatur zu reguliren und giebt an sich eine weniger jähe Hitze als die Dampfheizung, welche dagegen auf weitere Strecken und Höhen benutzt werden kann, als sie der Druck der Wassersäulen für jene zulässig macht. Es versteht sich von selbst, daß die Heizröhren in beiden Fällen die Form beliebiger Verzierungen, z. B. einer Säule oder eines Ofens annehmen können und dann mehr nach Art eines Ofens wirken.

Bereits oben wurde angedeutet, daß die Leistung der Brennstoffe in der Praxis bedeutend hinter derjenigen zurückbleibt, welche der Theorie nach erfolgen sollte. Die Ursachen davon sind theils mehr zufällige und äußere, theils aber auch in der Natur der Sache gelegen und darum schlechterdings unvermeidlich. Dahin gehört vor allen Dingen der Zug in den Kaminen, zu dessen Erhaltung und Erregung stets ein Theil der Wärme geopfert wird.

1 Pfund trocknes Holz erfordert durchschnittlich 5,94 oder in runden Zahlen 6 Pfund Luft von 0° (= 148 Kubikfuß); gesetzt, diese entweichen mit 150° C. in die Esse, so wird die darin enthaltene Wärme ebenso groß sein als diejenige, in 1 Pfund Luft von $6 \times 150^{\circ} = 900^{\circ}$, oder in 9 Pfund Luft von 100° und mithin auch in $\frac{9}{3,746} = 2,4$ Pfund Wasser von 100°. Nach Schödler und Petersen vermag nun 1 Pfund trockenes Holz im Durchschnitt 40,6 Pfund Wasser auf 100° zu erwärmen; der durch die Wirkung der Esse sich ergebende Verlust ist

also: $\frac{2,4}{40,6} = 0,06$ oder 6 % und wird um so größer sein, je wärmer die Luft durch die Esse entweicht.

Zudem ist die Verbrennung selbst in gut eingerichteten Oefen stets eine mehr oder weniger unvollkommene. In Folge einer zu starken Wärmeentziehung durch die Wände des Feuerraums oder durch übertriebenen Luftzutritt — gering angeschlagen wenigstens doppelt so viel, als der Theorie nach nöthig wäre — in Folge endlich eines zuweilen durch vorübergehende Verstopfung des Rostes ꝛc. eintretenden Mangels an Luft (Sauerstoff) ist einem Theil des Brennstoffs die Gelegenheit benommen, seine Elementarbestandtheile mit dem Sauerstoff zu verbinden, also Wärme zu entwickeln. Es bleibt denselben nichts übrig, als sich vermöge der umgebenden Hitze in verschiedene theils flüchtige, theils feste Verbindungen aufzulösen, welche von dem Zuge mit fortgerissen in den entlegneren Theilen des Ofens und in der Esse als Rauch auftreten. Der Rauch hat in allen seinen Bestandtheilen die Fähigkeit beibehalten, sich unter Entwickelung einer entsprechenden Menge Wärme, dem verloren gehenden Theile, mit Sauerstoff zu verbinden (zu verbrennen). Die Verbrennung im Feuerraum wird also durch diese Ursachen theilweise zu einer trockenen Destillation herabgestimmt; man sieht in der That, anstatt Wasserdampf, Kohlensäure und Stickstoff (aus der Luft) allein, diese Gase stets mit Rauch entweichen, der sich nach Umständen entweder als trockener Ruß oder Glanzruß anlegt. Die sogenannten rauchverzehrenden Vorrichtungen an Oefen bezwecken sämmtlich, obgleich meist mit geringem Erfolg, die Verbrennung dadurch nachträglich zu vollenden, daß man einen (heißen) Luftstrom mit dem Rauch zusammenführt. Schon die verdichtbaren Bestandtheile des Rauches absorbiren (latente) Wärme zu ihrer Dampfbildung und noch mehr, das durch die Verbrennung gebildete Wasser, welches größtentheils verloren geht. Viel größer ist aber der Schaden, welchen man durch das hygroskopische Wasser erleidet, von welchem die Brennstoffe in den wenigsten Fällen der Anwendung — bei der Zimmerheizung nie — befreit werden. Dieser Schaden ist ein doppelter,

einmal weil das Wasser die Masse verringert, also ein Centner Holz z. B. nur gegen 80 Pfund wirklichen Brennstoff enthält, außerdem aber noch durch Verschlucken von Wärme bei seinem Uebergange in Dampf. Darum sind Resultate der Rumford'schen Versuche (mit gewöhnlichem Holze) geringer als die aus den Analysen (mit trockenem) berechneten; indessen muß man nicht vergessen, daß die Wärme des verdampften hygroskopischen Wassers, insofern dasselbe darin verdichtet wird, im Colorimeter nicht verloren geht wie in der Paris. Die Größe seines Einflusses ist leicht zu berechnen. Das Holz im gewöhnlichen Zustande, also lufttrockenes, enthält gegen $\frac{1}{5}$ Wasser und nur $\frac{4}{5}$ wirksame Theile; von 40,6 Pfund Wasser, welche 1 Pfund trockenes Holz auf 100° erwärmt, gehen schon dadurch $\frac{40,6}{5}$ $= 8,1$ Pfund verloren; außerdem verschluckt jedes $\frac{1}{5}$ Pfund bei seiner Verdampfung noch so viel Wärme, als $\frac{1}{5} \times 5,5 = 1,1$ Pfund Wasser von 100° entspricht. Im ganzen geht demnach durch die Feuchtigkeit des Holzes $\frac{8,1 + 1,1}{40,6} = 22\frac{1}{2}$ % der Wärme verloren.

Man sieht daraus sogleich, welchen Vortheil es gewährt, die Brennstoffe so trocken als möglich zu machen. Für die Zwecke des gewöhnlichen Lebens ist das künstliche Austrocknen des Holzes in der Regel zu kostspielig und nicht thunlich; in gewissen technischen Betrieben dagegen ist nur gedörrtes Holz anwendbar und die Einrichtungen, worin das Dörren im großen geschieht, sind für Brennstoffe, welche an einer bestimmten Stelle gewonnen werden, wie Torf u. a., darum sehr geeignet, weil sonst die werthlosen Abfälle an den Gruben zum Heizen der Darren benutzt werden können.

Man hat im Gegensatz zu den vorstehenden Bemerkungen die Wirkung des Wassers bei dem brennenden Material als vortheilhaft angepriesen und nicht ganz ohne Grund. Nur ist genau zu unterscheiden, ob dasselbe flüssig oder als Dampf mit dem Brennstoffe in Berührung kommt. Aus den Versuchen von Bunsen und Fyfe geht nun hervor, daß rothglühende Kohlen

und Wasserdampf einander zu freiem Wasserstoff- und Kohlenoxydgas (und etwas Kohlensäure) zerlegen, welche beide, im Fall hinreichend Sauerstoff vorhanden, sogleich unter Entwicklung von Weißglühhitze zu Wasser und Kohlensäure verbrennen[1]); seine vielfältigen Beobachtungen zeigen ferner, daß der erlangte Mehrbetrag an entwickelter Wärme den zur Dampferzeugung erforderlichen Aufwand an Brennstoff überwiegt. Unter der Bedingung also, daß mit dem Dampf hinreichend Luft eintritt, um die entstandenen Gase zu verbrennen, ist seine Anwendung von Nutzen und veranlaßt bei der größeren Hitze eine lebhaftere Flamme. Von dem Augenblick an, wo der Dampfstrom das richtige Verhältniß überschreitet und der Luft dadurch den Weg zum Eintreten schmälert, sinkt die Temperatur rasch bis zum Erlöschen des Feuers. Am zweckmäßigsten bringt man unter dem Rost ein Wasserbecken an, so daß die abwärts strahlende Wärme die Verdampfung ohne Kosten verrichtet. Bei Dampfmaschinen leitet man den schon benutzten Dampf, anstatt ihn zu verdichten, in die Gluth. — Zusatz von Wasser zum Brennstoff bewirkt durch den Act der Verdampfung desselben eine sehr große Herabstimmung der Temperatur, daß die Zersetzung des Wasserdampfes nicht mehr erfolgen kann. Es muß also schon von vorn herein ein solches Verfahren, wie es besonders bei dem Brand mit Steinkohlen häufig vorkommt, als zweckwidrig angesehen werden, wie es auch praktische Versuche, u. a. die von der Ffrtr. Gesellschaft zur Beförderung der Künste 2c. mit diesem Brennstoff vorgenommen, unwiderleglich beweisen. Die mäßige Befeuchtung des Kohlenkleins (Fettschrotes) hat übrigens das für sich, daß dadurch das Verstauben und allzuhäufige Durchfallen durch den

1) 1 Gewichtstheil Kohle, im Dampfe anfangs zu Kohlenoxyd und dann zu Kohlensäure verbrennend, erwärmt dadurch 78,15 Wasser auf 100°; es werden dabei 0,1666 Gewichtstheile Wasser ausgeschieden, welche bei ihrem Verbrennen weitere 39,5 Wasser erwärmen. Der Vortheil wäre also $= \frac{78,15}{78,15 + 39,5} = 1/2$, vorausgesetzt, daß die Verbrennung der Kohle im Wasserdampf unter gleichen Wärmeerscheinungen vor sich ginge wie in der Luft.

Rost verhütet wird, indem sich die feuchte Lösche beim Trocknen zusammenballt und Halt gewinnt. Besser ist zu demselben Zweck ein Zusatz von etwa 1/5 feuchtem Lehm, welcher, die Masse der Kohlen überall durchsetzend, der Luft eine größere Berührungsfläche verschafft und die aufgenommene Hitze (nach Art der Massenöfen) langsam, also auf eine nützlichere Weise ausgiebt. Die von der genannten Gesellschaft angestellten Versuche gaben in der That für den mit Lehm versetzten Kohlengruß einen größeren Effect zu erkennen als für den reinen.

Wenn feuchtes Holz an einem Orte aufgespeichert liegt, wo kein gehöriger Luftzug stattfindet, so tritt nach einiger Zeit eine chemische Veränderung ein, welche mit einer beinahe vollständigen Vernichtung seiner Brennkraft verknüpft ist und darum nähere Beachtung verdient. Bekanntlich verwandelt sich das abgestorbene Holz im Kern von alten Bäumen (wo zwar die Feuchtigkeit, nicht aber die Luft Zutritt hat) in eine weiße, mürbe, phosphorescirende Substanz, in „faules Holz“, welches angezündet, ähnlich wie in Humus verwandeltes Holz, ohne alle Flamme langsam wie Zunder mit geringer Wärmeentwickelung verglimmt. Dessenungeachtet hat sich bei dieser Vermoderung mehr das Gewicht als das Verhältniß seiner Elemente geändert. Eine Probe davon enthielt z. B. 47 % Kohlen- und auf 6 % Wasserstoff nur 45,3 % Sauerstoff, also gegen das frische Holz einen Ueberschuß an jenem, welcher die Flammenverbrennung um so mehr erwarten läßt. Höchst wahrscheinlich ist der Wasserstoff darin größtentheils als Wasser, d. h. bereits verbrannt, enthalten, eine Voraussetzung, welche das Verhalten der Substanz von selbst erklärt. Auf dieselbe Weise fängt unter den genannten Umständen ein Vermoderungsproceß an, in dem Brennholze Raum zu gewinnen, und vermindert im Maße seines Fortschreitens mit der Verbrennlichkeit und Flammenbildung seinen Werth. Man sagt alsdann: das Holz sei „gestockt“.

So werthvoll auch die aus guten Versuchen ermittelte Heizkraft der Brennstoffe sein mag, indem sie den Höhepunkt anzeigt, welchen die Praxis zu erreichen stets bestrebt sein muß, so werden ihre numerischen Werthe durch die Concurrenz aller aufgezählten

gegenwirkenden Umstände doch in einem solchen Grade vermischt und von ihrem ursprünglichen Werthe verrückt, daß man daraus die Leistung der Brennstoffe für den jetzigen Zustand der Heizeinrichtungen durchaus nicht mehr mit Sicherheit entnehmen kann. Auch der relative Werth der theoretischen Heizkraft ist oft in der Praxis nicht mehr zu erkennen, und umgekehrt. Lindenholz z. B. gewährt nach der Theorie, keineswegs nach der großen Praxis, den höchsten Effect. Darum hat man denn die im gewerblichen Leben unabweisbare und hochwichtige Frage über das Verhältniß, in welchem die Leistungen der Brennstoffe für die gebräuchlichen Feuerungen zu einander stehen, durch directe praktische, im Großen angestellte Versuche zu beantworten gesucht. Es versteht sich von selbst, daß solche Versuche nur für die bestimmte Art von Feuerung, worauf sie sich beziehen, strenge Geltung haben können. Einige der zuverlässigeren Beobachtungen mögen hier eine Stelle finden.

Für die Zimmerheizung fand man in einer Reihe von Versuchen — bei welchen die äußere Temperatur von + 6,8° bis 6,2° variirte und die Zimmerluft auf die mittlere Temperatur von 15 bis 19° C. gebracht wurde und der Rauch mit 75 bis 100° C. in den Schornstein entwich — daß 100 Pfund lufttrockenes Buchenscheitholz so viel leisten als 48 Pfund Stück- (Stein-) Kohlen, 40 (bei möglichster Abkühlung des Rauches) bis 60 Pfund gemischter Gries mit $^1/_{17}$ Wasser angemacht, 44 Pfund fetter Gries mit $^1/_{17}$ Wasser, 37 Pfund gemeiner Gries mit $^1/_{17}$ Wasser und $^1/_5$ Lehm, und 38 Pfund Gries mit $^1/_5$ Wasser und $^1/_5$ Lehm. Hierbei muß man sich erinnern, daß die angegebene Lufttemperatur die mittlere, nämlich diejenige ist, welche der Luft in gleichem Abstande von Decke und Boden zukommt. Die Beobachtungen lehren, daß die Temperatur eines Zimmers nach eingetretenem Gleichgewicht nach oben abnimmt, und zwar für gleiche Abstände (z. B. von 2′ zu 2′) ungefähr nach einer geometrischen Reihe, deren Quotient übrigens nicht unter allen Bedingungen derselbe ist. In einem Falle fand man ihn = 1,0727, wonach die Temperatur folgendermaßen stieg:

Boden 18,36; 2 Fuß 18,36 × 1,072; 4 Fuß 18,36 × $1,072^2$; 6 Fuß 18,36 × $1,072^3$ ꝛc.

Die Wirkung der Steinkohlen auf die Dampfkessel hat Fyfe sehr genau erforscht und glaubt gefunden zu haben, daß die Wärme, welche in der Praxis unter denselben wirklich zu gute gemacht wird, ziemlich dieselbe ist, welche die aus ihnen darstellbare Quantität Coaks (als Kohlenstoff) der Theorie nachgeben würde. Wenn eine Kohle z. B. 50 % Coaks giebt, so würden 100 Pfund der Kohle 50 × 78,4 (Despretz) Pfund Wasser zum Sieden bringen. Nach ihm vermag 1 Pfund schottische Kohle von Trenant 5,61 Pfund Wasser von 0°, die Coaks daraus 7,4 Pfund zu verdampfen. Aus 1 Pfund Kohle von Trenant erhält man nun 5,25 Pfund Coaks, welche demnach 3,9 Pfund Dampf liefern, so daß man durch das Verkohlen eine 5,61 — 3,9 = 1,71 Pfund Dampf entsprechende Heizkraft verliert. — Bei andern Versuchen fiel das Resultat zwischen 5,8 und 6,6 für Kohle und zwischen 7,8 und 8,7 für Coaks. Den höchsten Effect fand Parkes in 8,68 Pfund und Henwood in 9,96 für 1 Theil beste Newcastler Steinkohlen. Interessant sind ferner Fyfe's Versuche über das Einleiten von Dampf in die brennende Kohle. Im Mittel von 13 Beobachtungen verdampft 1 Pfund schottische Kohle, wenn ein gut regulirter und gehörig zertheilter Dampfstrom über dieselbe in die Flammen gelassen wurde, 4,49 Pfund Wasser von 0°. Eine andere Sorte von Kohlen ergab unter gleichen Umständen im Mittel 10,97 Pfund Dampf aus Wasser von 0°. Eine unmittelbare vergleichende Probe an einem Dampfkessel endlich erwies, daß 537 Pfund Kohle unter Mitwirkung des Dampfes ebenso viel leisteten als 812 Pfund ohne dies, wobei von je 100 Pfund des erzeugten Dampfes 4 Pfd. in den Feuerraum geleitet werden mußten. Diese abgerechnet, werden also nicht 10,97, sondern 10,53 als der wahre Effect betrachtet werden müssen, was gegen die höchste Leistung der bloßen Kohlen immer noch ein Vortheil von 37 % wäre, wenn weitere Erfahrungen die Sache bestätigen sollten.

Der hessische Gewerbverein hat versuchsweise den Wirkungswerth von Holz, Torf und Steinkohle unter verschiedenen gut

eingerichteten Kesselfeuerungen untersucht. Man fand, daß im Durchschnitt der auf 6 solcher Feuerungen bezüglichen Versuchsreihen 1 Pfund 2 Jahre gefälltes Buchenscheitholz 2,075, 1 Pfund Torf 1,992 und 1 Pfund Kohlengries 5,201 Pfund Wasser von 0° verdampfen. Für das gewöhnliche Leben, wo man die Brennstoffe vorzugsweise dem Maße nach kauft und consumirt, lassen sich die angegebenen Werthe leicht übertragen.

Nach dem Gesetz ist die Einheit des Holzmaßes für das Grhzth. Hessen den Stecken = 100 Kubikfuß, welche begreiflicherweise bei der unregelmäßigen Form des Holzes nie vollständig erfüllt sind. Nach der zu Grunde liegenden Bestimmung hat der Stecken Scheitholz 70, Prügelholz 60, Stockholz 50 und Reißig 25 Kubikfuß solide Holzmasse, so daß man aus dem specifischen Gewicht der Hölzer das Gewicht eines Kubikfußes und daraus das Gewicht eines Steckens finden kann. Ein Stecken 2 Jahre altes lufttrockenes Buchenscheitholz ergab übrigens im Mittel von 2 directen Wägungen 1560 Pfund.

Eine Bütte (= 10 Kubikfuß) Steinkohlengries wiegt 260 bis 270 Pfund trocken, ebenso viel zerschlagene Steinkohle 245 Pfund.

Beim Torf ist die Beschaffenheit zu abweichend, wodurch, ebenso wie bei den Holzkohlen, wegen des Grades der Feuchtigkeit und der Größe der Stücke bestimmte Angaben weniger zulässig sind.

Die Bütte Braunkohlen (Lautbacher) wird zu 116 Pfund gerechnet.

Wie von selbst einleuchtet, müssen bei solchen Reductionen Feuchtigkeitszustand, Form und Größe der Stücke rc. stets berücksichtigt werden.

Zur Ergänzung des hier Mitgetheilten fügen wir noch dasjenige hinzu, was der bekannte Ingenieur Reinscher zu Wien in der „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins", Jahrgang 1850, über Luft-, Dampf- und Wasserheizungsapparate für Wohnungen und ähnliche Zwecke sagt.

Der Zweck aller Feuerungsanlagen ist die Erzeugung von Wärme zu was immer für einem Gebrauche.

Die Wärme selbst ist ein die ganze Natur belebender Stoff, wie dies durch Herrn Professor P. T. Meißner in seinen diesfälligen Schriften so klar nachgewiesen ist, daß nur ein Funke gesunden Verstandes dazu gehört, um einzusehen, daß es so und nicht anders ist.

Die Wirkungen der Wärme auf die Körperwelt sind dynamisch und ein gedachtes, körperloses Ding kann in Körpern keine dynamischen Wirkungen hervorbringen. Die furchtbaren Explosionen der Dampfkessel sind Wirkungen des Wärmestoffes, was wohl der Weisen Weisester nicht leugnen kann.

Obgleich dieser Wärmestoff in der ganzen Natur vorhanden ist, so ist er doch nicht überall und zu jeder Zeit in einem Maße da, um die Körperwelt uns in allen jenen Zuständen zu zeigen, in welchen wir dieselbe wünschen. So bedarf die ganze organische Natur einer bestimmten Quantität Wärme zu ihrem organischen Leben, und wir sehen auf dem von uns bewohnten Weltkörper, daß diese Wärme weder an allen Punkten der Erdoberfläche gleich vertheilt ist, noch in der Menge gleich bleibt, wie sie zu irgend einer Zeit ist. Diese Veränderungen hat der Mensch ganz gewiß zuerst an seinem eigenen organischen Körper empfunden und mußte auf den Gedanken kommen, sich das Fehlende zu verschaffen oder das Ueberflüssige wegzubringen. Ein vom Blitze getroffener Baum war wahrscheinlich die erste Feuererscheinung für den Menschen, — er lernte daraus sich Wärme schaffen, und sein Verstand bildete nach und nach die Benutzung dieser Wärme für alle jetzt bekannten Zwecke von Feuerungsanlagen aus. Er lernte dadurch auch jene Naturkörper kennen, die ihm auf die mindest beschwerliche Art die Mittel zur Wärmeerzeugung boten, und nannte sie Brennstoffe, Feuermaterialien. Ebenso mußte er auch bald unterscheiden lernen, daß es nicht gleichgültig sei, dieses oder jenes Brennmaterial in diesem oder jenem Zustande zu seinem Zwecke zu verwenden, und es entstand daraus eine Wissenschaft, die wir gegenwärtig Pyrotechnik (unter diesem Ausdrucke hat man bisher aber nur immer die Feuerwerkskunst verstehen wollen) nennen, die aber leider bisher von der sogenannten gelehrten Welt als Stiefkind behandelt wird.

Diese Wissenschaft, die Pyrotechnik, zerfällt in zwei wesentliche Theile:

A. In die Wissenschaft: Aus jedem Brennstoffe das Maximum seines Wärmestoffes zu erhalten, oder: mittelst des gegebenen Brennstoffes durch den Verbrennungsproceß die möglich größte Wärmequantität frei zu machen und zur Verwendung zu stellen;

B. In die Wissenschaft: Die frei gewordene Wärme für den bestimmten Zweck möglichst vollkommen zu verwenden.

A. Nach Herrn Professor P. T. Meißner's Erklärung heißen jene Körper Brennstoffe, welche im hohen Maße fähig sind, Sauerstoff (Oxygen) zu zersetzen.

Indem nämlich diese Körper den Sauerstoff zersetzen, muß derselbe den Wärmestoff, mit welchem er in reichem Maße als Oxygenareoid gebunden ist, fahren lassen.

Die uns vorzüglich bekannten und von uns zu Feuerprocessen angewendeten soartigen Körper sind: Holz, Steinkohlen in ihren sehr verschiedenartigen Qualitäten, Torf, Stroh, Erdharze, Oele, Fette, Gase und Compositionen durch Kunst, wie z. B. Carbolem.

Je mehr nun einer dieser Körper, bei gleichem Gewicht gegen einen andern, Sauerstoff zu zersetzen vermögen wird, ein um so besserer Brennstoff wird er sein. Demnach müssen wir wissen, wie viel Sauerstoff jeder dieser Stoffe zersetzen könne, um seinen Werth gegen andere Stoffe zu bestimmen und zu würdigen.

Es sind aber die Brennstoffe größtentheils aus einzelnen Bestandtheilen zusammengesetzt, die nicht alle fähig sind, Sauerstoff zu zersetzen oder zu verbrennen.

Wir müssen demnach vor allem Andern für die Werthbestimmung des Brennstoffes denselben in seinen einzelnen Bestandtheilen oder seine Analyse genau kennen.

Der wichtigste Bestandtheil aller Brennstoffgattungen ist aber der Kohlenstoff, weil dieser am meisten Sauerstoff zersetzt; je reicher daher ein Brennmaterial an Kohlenstoff, desto werth-

voller ist er gegen andere minder reichhaltige. — Außer dem reinen Kohlenstoffe sind noch Hydrogengas und Carbonhydrogengas wichtige, Sauerstoff in reichem Maße consumirende Brennstoffe, obgleich man dieselbe im engen Sinne nicht zu den gewöhnlichen Brennstoffen im bürgerlichen Leben zählen darf.

Die nebenstehende Tabelle giebt einige Analysen der bekanntesten und gebräuchlichsten Brennstoffe.

Um nun weiter alle Wärme aus dem Brennstoffe zu ziehen, oder was einerlei ist, ein vollkommenes Verbrennen derselben zu bewirken, müssen wir, wie schon gesagt, die Qantität Sauerstoff kennen, welche der Brennstoff im Maximo bedarf, und diese Quantität Sauerstoff müssen wir auch mit dem Brennstoff in Verbindung bringen.

Folgendes Verzeichniß giebt die Quantitäten Sauerstoff an, welche die hauptsächlichsten Bestandtheile der Brennstoffe zu ihrer vollkommenen Verbrennung bedürfen, in Gewichten ausgedrückt:

Zur vollkommenen Verbrennung von 1 Pfund reinem Kohlenstoffs gehören 2,615 Pfund Sauerstoff (indem 1 Pfund Kohlenstoff mit 1,308 Pfund Sauerstoff 2,308 Pfund Kohlenoxydgas giebt und 1 Pfund Kohlenoxydgas zur Verbrennung 0,566 Pfund Sauerstoff braucht).

1 Pfund Wasserstoffgas (Hydrogengas) braucht 8 Pfund Sauerstoff zur vollkommenen Verbrennung.

Diese beiden Stoffe sind die wesentlichsten brennbaren Elemente aller unserer angewendeten Breunmaterialien.

1 Pfund Sauerstoff erhält man aber bei den gewöhnlichen Feuerprocessen nur aus 4 Pfund atmosphärischer Luft.

Wenn wir nach dem Vorhergehenden aus der Analyse des gebotenen Brennstoffes die verbrennbaren Substanzen desselben kennen, so wissen wir auch, wie viel Wärme oder Wärmeeinheiten wir aus demselben im Maximo erhalten können; es giebt nämlich nach vollständiger Verbrennung:

1 Pfund verbranntes Kohlenoxydgas 2493,52 Wärmeeinheiten [1]);

---

1) Wärmeeinheit ist jene Quantität Wärme, welche 1 Pfund Wasser um 1° C. in der Temperatur zu heben im Stande ist.

Analysen von Brennstoffen nach Procenten-Gehalt dem Gewicht nach.

Brennstoffe.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Wasser.	Stickstoff.	Rückstände.	Anmerkungen.
Trockenes Holz	49,07	6,31	44,62	—	—	—	nach Pelouze.
Frisches Holz	68,48	—	—	25,00 freies, 35,83 gebd.	—	1,00	dito.
Braunkohlen mehrerer Gattungen	61,48	3,86	17,37	15,00	—	2,23	n. Scheuchenstuhl.
Englische Steinkohlen	68,00 — 88,00	5,05 — 6,20	5,08—12,43	—	—	1,13 — 14,6	n. Richardson.
Französische Steinkohlen	78,00 — 90,55	4,8—5,88	4,42—16,40	—	—	—	nach Regnault
Anthracite, pensylvan.	94,89	2,55	2,56	—	—	—	ohne Berück-
,, französische	92,85 — 97,23	1,25 — 4,28	1,52 — 4,18	—	—	—	sichtigung d. Rückstände.
Lignite, französische	66,98 — 76,09	4,93 — 7,85	12,96-27,77	—	—	—	dito. dito.
Torfe, französische	61,05 — 61,43	6,13 — 6,45	31,74-32,53	—	—	1,00—40,00	dito. dito.
Fette: Schweinsfett	78,843	12,182	8,502	—	—	—	Anm. Aschen-
Hammeltalg	78,996	11,700	9,304	—	—	—	gehalt bei
Wallfischthran	75,474	12,795	11,377	—	—	—	Hölzern n.
Fischthran	79,650	14,350	6,00	—	—	—	d. Gewicht.
Oele: Nußöl.	79,774	10,570	9,122	—	—	—	Eichen, Fichten,
Olivenöl	77,210	13,56	9,43	—	—	—	Tannen 0,4%,
Mandelöl	77,403	11,481	10,828	—	—	—	Buchen 0,58,
Leinöl	76,014	11,351	12,625	—	—	—	Weinreben 3,4. Gem. Distel 4,00.
Ricinusöl	74,178	11,034	14,708	—	—	—	Gem. Nessel
Wachs, weißes	81,784	12,872	5,554	—	—	—	10,00
Fette und Oele im Mittel	77,933	12,170	9,530				

1 Pfund verbranntes Wasserstoffgas 23600 Wärmeeinheiten; während

1 Pfund verbranntes Kohlenwasserstoffgas nur 7600 bis 13285,85 Wärmeeinheiten entwickelt [1]).

1 Pfund Kohlenoxydgas nach der Verbrennung 1,566 Pfund Kohlensäure;

1 Pfund verbranntes Wasserstoffgas macht aber 9 Pfund Wasserdampf.

Wenn irgend eine Quantität was immer für eines Brennstoffs verbrannt wird, so entstehen durch die Verbrennung die sogenannten Verbrennungsproducte.

Ist die Verbrennung vollkommen, so sind die Verbrennungsproducte: Kohlensäure und Wasserdampf, gemengt mit Stickgas aus der atmosphärischen Luft, nämlich aus jener dem Brennstoffe zur Verbrennung zugeführten atmosphärischen Luft.

Ist die Verbrennung unvollkommen, so sind diese Producte: Kohlenxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Dampf von Essigsäure, von brenzlichen Oelen nebst anderen Gasarten von den dem Brennstoffe beigemengten Bestandtheilen und Ruß.

Diese Verbrennungsproducte enthalten alle aus dem Brennstoffe durch Zersetzung des Origenareoids entwickelte Wärme und setzen dieselbe an jene ihnen zur Berührung gebotenen Gegenstände mehr oder weniger, schneller oder langsamer ab. Die Gase selbst aber müssen beständig — nachdem sie ihre Wärme dem Zwecke der Feuerung entsprechend abgesetzt haben — aus dem Verbrennungsraume weggeschafft werden. Zur Wegschaffung derselben gehören Vorrichtungen und Kraft, und um diese zu bestimmen, brauchen wir wieder Volumen und Gewicht dieser Verbrennungsproducte bei ihren verschiedenen Zuständen, wozu folgende Tafeln dienen mögen.

---

1) Diese letzte Ziffer hängt übrigens von dem Mischungsverhältnisse beider Substanzen ab und wird daher variabel.

Specifische Gewichte der Gase bei 16° C. und 28″ Quecksilberdruck.

Atmosphärische Luft, zersetzt =	1,0000, wird
Alkoholdampf, haben	1,6133
Amoniakgas	0,5902
Stickgas (Azote)	0,9722
Protoxyde des Stickstoffes . .	1,5278
Dutoxyde „ „ . . .	1,0416
Kohlensaures Gas	1,527
Kohlenoxydgas	0,9722
Gekohltes Wasserstoffgas . . .	0,5552
Wasserstoffgas	0,0694
Schwefelwasserstoffgas	1,1800
Sauerstoff	1,1111
Wasserdampf (bei 100°)[1] . .	0,625
Schwefeldampf	1,111
Schwefelsaurer Dampf	2,777
Geschwefelter Kohlendampf . .	2,6447
Terpentindampf	5,013

Das Gewicht von 1 Wiener Kubikfuß
Luft von 0° ist = ... 0,0705 Pfund, wobei 16° Temperatur = ... 0,0665

Alle Gase und elastischen Flüssigkeiten dehnen sich für jeden Grad der Temperaturerhöhung (in Centesimalgraden) um 0,00375 ihres Volumens aus, so daß die Luft von 0° = 1 gesetzt, Luft von 100° 1,375 Volumen haben wird. Diese Ausdehnung immer unter gleichem Barometerdruck.

---

1) Wasserdampf ist zusammengesetzt aus 1 Volumen Sauerstoff mit 2 Volumen Wasserdampf.

1 Kubikfuß	Sauerstoff	wiegt	585,5	Gran,
2 „	Wasserstoff	„	75,2	„ mithin
1 „	Wasserdampf	„ $\frac{638,7}{2}$ =	329,35	„

Obiger Tafel folgt nun Volumen und Gewicht mehrerer Gase bei 16° C.

Es giebt	1	Wiener Pfd.	Luft . . .	15,05	Kubikfuß	Wiener	Maß.
„ „	1	Pfund	Kohlenorydgas	14,58	„	„	„
„ „	1	„	Stickstoff . . .	14,58	„	„	„
„ „	1	„	Wasserstoffgas	204,30	„	„	„
„ „	1	„	Sauerstoff . .	12,767	„	„	„
„ „	1	„	Kohlensäure .	9,17	„	„	„
„ „	1	„	Wasserdampf .	30,00	„	„	„
„ „	1	„	Kohlenwasserstoffgas	27,117	„	„	„

Verbindung von letzteren ist in verschiedenen Verhältnissen.

Es giebt	1	Pfd.	Schwefelwasserstoffgas .	12,754	Kubikfuß,
„ „	1	„	Schwefeldampf	12,767	„

Diese beiden Tafeln werden uns dazu dienen, die Räume zu berechnen, welche für den Feuerherd, die Feuerzüge und das Kamin bei irgend einer bestimmten Quantität verbrannten Brennstoffes in gegebener Zeit anzulegen sind.

Wenn man durch die Summe der Wärmemengen, welche die einzelnen Verbrennungsproducte für die Erhöhung um 1° C. brauchen, die aus dem verbrannten Brennstoffe bei vollkommener Verbrennung erhaltenen Wärmeeinheiten theilt, so erhält man zum Quotienten die Temperatur des Feuers in Graden.

Die zu gewinnende größere oder geringere Wärmemenge wird aber auch von der in der gegebenen Zeit verbrannten Brennstoffmenge abhängen, und die Geschwindigkeit der Verbrennung muß mit der Zuführung des genügenden Sauerstoffs an möglichst vielen Brennstofftheilen zu gleicher Zeit im Zusammenhange stehen. Dieser Umstand führt uns

1) auf die Mittel der Luftzuführung zur Berührung des Brennstoffes und
2) auf die Zerkleinerung einiger Brennmaterialien, um der zugeführten Luft an denselben genügende Berührungsflächen zu bieten.

Ebenso zeigt uns dieser Umstand, daß, je reiner der Brennstoff von unverbrennbaren Beimischungen ist, eine desto nutzbrin-

gendere Verbrennung wird auch stattfinden können, was uns wieder bei den meisten Brennstoffen nöthigt, dieselben von fremdartigen Bestandtheilen zu befreien und sie zum Verbrennungsprocesse vorzubereiten. — Trocknung, Scheidung, zum Theile auch Verkohlung einzelner Brennstoffe.

Die Verbrennung von verschiedenen Quantitäten desselben Brennstoffes in gleicher Zeit und gleichem Raum wird uns verschiedene Wärmemengen, mithin auch verschiedene Temperaturen geben; diese Verschiedenheit nennen wir die Intensität des Feuers.

Es wäre in dem Vorhergehenden nun wohl darauf aufmerksam gemacht, wie die meiste oder alle durch einen Brennstoff zu gewinnen mögliche Wärme gewonnen werden könne, und es bleibt noch übrig, in gedrängter Kürze zum Zwecke dieses Aufsatzes jene Umstände zu beleuchten, welche für den zweiten, oben sub B. angeführten Theil der Wärmeverwendung Einfluß nehmend sind, und auch jene Umstände zu berühren, die die vollkommene Benutzung der zu erzeugen möglichen Wärme hindern.

B. Jede Verbrennung eines Brennstoffes wird vorgenommen, um einen andern Gegenstand mit der erhaltenen Wärme zu wärmen, oder denselben in eine höhere Temperatur zu bringen, als er für gewöhnlich hat; es muß also die ausgesogene Wärme in den zu erwärmenden Körper übergehen.

Es haben aber nicht alle Körper gleiche Empfänglichkeit (Capacität) für den Wärmestoff, und wenn wir jene Wärmemenge, welche nöthig war, um 1 Pfund Wasser in seiner Temperatur um 1° C. zu heben mit einer Wärmeeinheit zu bezeichnen, oder die Capacität des Wassers für Wärmeaufnahme gleich 1 setzen, so werden folgende Körper nachfolgende Capacitäten haben; (man nennt diese Verhältnißzahlen auch die specifische Wärme der Körper) als:

1 Pfd. Luft, atmosphärische, ... 0,267 Wärmeeinheiten für 1°
1 „ Wasserstoffgas 3,294
1 „ Kohlenwasserstoff 0,421
1 „ Wasserdampf 0,847
1 „ Kohlensäure 0,221
1 „ Kohlenoxydgas 0,288

1 Pfd.	Sauerstoff	0,236
1 „	Stickstoff	0,275
1 „	Eisen, schweißbares	0,110 bis 0,125
1 „	Gußeisen	0,140
1 „	geschlagenes Kupfer	0,096 bis 0,114
1 „	Kanonenmetall	0,110
1 „	Zinn	0,0515
1 „	Blei	0,0282 bis 0,042
1 „	Quecksilber	0,037
1 „	Zink	0,0927
1 „	Holzkohle	0,2631
1 „	Steinkohle	0,2800
1 „	Kohlenasche	0,1860
1 „	Alkohol nach Péclet, rein	0,4
1 „	„ in Mischungen	0,6400 bis 1,086
1 „	Leinöl	0,528
1 „	Terpentinöl	0,3500

Leider fehlen in dieser Tabelle einige wichtige Materialien, wie z. B. Theer, deren Wärmecapacitäten kein Autor angiebt.

Nach dieser Tabelle kann man berechnen, auf welchen Hitzgrad ein Körper durch die zu Gebote gestellte Wärme gehoben werden kann.

Z. B. wie viel Kubikfuß Luft können mit jener Wärme, welche 1 Kubikfuß Wasser auf 1° C. erhöht, auf 1° C. erhöht werden?

1 Kubikfuß Wasser 56,4 Pfund;

56,4 Pfund Wasser für 1° C. Temperaturerhöhung brauchen 56,4 Wärmeeinheiten; nun bedarf 1 Pfund Luft aber nur 0,267 Wärmeeinheiten zur Erhöhung um 1° C., wonach mit 56,4 Wärmeeinheiten $\frac{56,4}{0,267}$ Pfund oder 211,24 Pfund Luft auf 1° C. zu erhöhen sein werden.

Es sind aber

211,24 Pfd. Luft $= 211,24 \times 15,0 = 3168$ Kubikfuß Luft, mithin wird dieselbe Quantität Wärme, welche einen Kubikfuß Wasser auf irgend eine Temperatur zu heben im Stande ist,

nahe 3000 Kubikfuß Luft um dieselbe Temperatur erhöhen. — Es ist hier auf den Wassergehalt der gewöhnlichen Luft keine Rücksicht genommen, weshalb auch nach Tredgold nur 2850 Fuß Luft mit 1 Kubikfuß Wasser in's Verhältniß gesetzt sind.

In keinem Falle kann aber die ganze Wärmemenge, welche möglicherweise aus dem Brennstoffe nach dem sub A. Angeführten zu gewinnen ist, auch wirklich zur Verwendung kommen.

Hindernisse, daß nicht alle Wärme vollkommen zur Verwendung jenes Zweckes kommen kann, weswegen die Feuerung angelegt ist, sind vorzüglich folgende:

1. Der Zutritt der atmosphärischen Luft zum Feuerherde oder an den Brennstoff.

Es ist der Zutritt der Luft zum Brennmaterial entweder frei, oder durch Gebläse auf mechanisch-künstlichem Wege erzeugt. Der freie Zutritt ist bedingt durch die Einströmungsöffnungen zum Herde, durch die Form und Lage dieser Oeffnungen, durch die Temperatur der äußeren Luft und ihren Feuchtigkeitsgrad, durch die Temperatur im Feuerraum und durch die mindere oder größere Dichtigkeit des Feuermaterials, durch welches die Luft ziehen soll. — Die Berührung der wirklich eingedrungenen Luft mit den Brennstofftheilen hängt wieder ab von der Art des Brennstoffes, in wie weit derselbe der Luft Berührungsfläche seinem Gewicht und Kohlenstoffgehalt nach bietet. Kommt demnach beim freien Zutritt der Luft, wie dies bei den meisten Feueranlagen stattfindet, zu wenig Luft in Berührung, so kann an und für sich schon die Quantität Brennstoffes in jener Zeit nicht verbrennen, in welcher sie zur Erzeugung irgend eines Hitzgrades verbrennen sollte; tritt hingegen mehr Luft als nothwendig in den Herd, so wird das Mehr der Luft sich auf Kosten der erzeugten Wärme mit erwärmen und den Hitzgrad vermindern, indem es die von ihm aufgenommenen Wärmeeinheiten den Verbrennungsproducten entzieht.

Daß es aber keine so leicht lösliche Aufgabe sei, alle für ein vollkommenes Luftzuströmen für einen zu erreichenden Zweck — für jeden gegebenen Brennstoff, für die sichere Berührung der Luft mit dem Brennstoffe, für die nöthig zweckmäßigste

Größe und Form des Brennstoffes selbst — nothwendigen Mittel zu treffen und anzuwenden, wird wohl niemand leugnen, der nur je in solchen Dingen das Geringste anzuordnen hatte. Man sieht ein, daß dazu nicht allein oberflächliches theoretisches Wissen im Felde der Naturwissenschaften und der Mathematik, sondern auch vielseitige, selbst gemachte Erfahrungen, von denen man sich die gehörige Rechenschaft zu geben versteht, gehören; sowie vor allem auch dazu das genaueste, innigste und überzeugendste Bewußtsein und Kennen des mit der Feuerungsanlage zu erreichenden Zweckes nöthig ist. Es taugt daher hier am allerwenigsten ein oberflächliches Wissen, eine leichte, kaum sich selbst bewußt gewordene Erfahrung des Manipulirenden, oder wohl gar nur empirische Nachäffung von durch Zufall mehr als durch Verstand gelungenen Anlagen.

2. Die unvermeidliche Ausstrahlung oder Absetzung von Wärmestoff an fremdartige, unmittelbar nicht zu erwärmende Körper.

In dieser Beziehung haben wir schon oben hingedeutet, daß alle dem Brennmaterial anklebende, nicht brennbare Bestandtheile schädlich sind; und ebenso können wir fast niemals mit der erzeugten Wärme nur allein den zu erwärmenden Körper in Verbindung und Berührung bringen, sondern sind genöthigt, auch alle jene Körper mit zu erwärmen, aus denen der Feuerherd zusammengesetzt werden muß.

Ferner müssen wir größtentheils den zu erwärmenden Körper mittelbar erwärmen, und diese dafür angewendeten — natürlich körperlichen — Mittel behalten einen Theil der Wärme für sich, oder geben den Wärmestoff schneller oder langsamer an den zu erwärmenden Gegenstand ab. — Es führt uns dieser Umstand auf die Nothwendigkeit hin, zum Bau von Feuerherden solche Materialien zu wählen, die theils schlechte Wärmeleiter sind und theils wenig Wärmeeinheiten zu ihrer Temperaturerhöhung bedürfen, dabei aber auch durch hohe Temperaturen ihren Aggregatzustand nicht leicht ändern, sowie für jene die Wärme von den Verbrennungsproducten empfangenden und an den zu erwärmenden Körper übertragenden Körper solche wählen müssen,

welche die Wärme leicht aufnehmen und leicht abgeben, die also gute Wärmeleiter sind, übrigens auch noch andere dem ganzen Zweck entsprechende Eigenschaften haben müssen.

Der aus diesem Umstande sich ergebende Wärmeverlust ist bei oft unterbrochenen Feuerprocessen noch viel bedeutender, weil diese fremdartigen, eigentlich nicht zu erwärmenden Körper jedesmal von neuem wieder erwärmt werden müssen; wenn daher nicht andere vorherrschende Umstände die Unterbrechungen bedingen, so müssen sie sorgfältig vermieden werden.

3. Müssen die Verbrennungsproducte mit einer Temperatur vom Feuerherde abziehen, welche etwas höher ist als die Temperatur des erwärmten Gegenstandes;

und in jedem Falle mit einer Temperatur, welche die specifische Schwere aller Verbrennungsproducte geringer macht als die der atmosphärischen Luft, in welche sie abstreichen, wodurch also auch unvermeidlicher Wärmeverlust entsteht.

Wie diese angeführten unvermeidlichen Wärmeverluste auf ein Minimum zu bringen sind, muß uns noch näher die Beleuchtung jener Gegenstände zeigen, welche die Verwendung der erzeugten Wärme bedingen.

Wir haben bereits bemerkt, daß die Verwendung durch unmittelbare Berührung des zu erwärmenden Körpers mit der erzeugten Wärme im Feuerraume selbst oder durch die Uebertragung mittelst eines dazwischen liegenden geschehen könne. — Erstere Art findet nur bei Schmelzprocessen der Metalle, Kalkbrennen und ähnlichen Wärmeverwendungen statt, — bei Heizungen und Feuerungen im bürgerlichen und industriellen Leben gilt außer dem Braten am Spieß größtentheils nur die zweite Art der Verwendung.

Um also für die Feuerungen der letzten Art alle Details bestimmen zu können, um den beabsichtigten Zweck möglich vollkommen mit der mindesten Quantität Brennstoff zu erreichen, werden uns einige durch Versuche und Erfahrung ausgemittelte Größen über die Empfänglichkeit und Leitungsfähigkeit der ver-

mittelnden oder übertragenden Körper für Wärme bekannt sein müssen.

Tabelle der Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Körper für gleiche Berührungsflächen.

Wenn wir die Leitungsfähigkeit des schwarzen Eisenbleches setzen = . . 1,00
so ist die Leitungsfähigkeit von:

Blech mit rostig brauner Fläche = . . .	1,154
verzinntem Blech = ...	0,641
Kupfer = ...	0,961
Zink = ...	0,385
Zinn = ...	0,321
Blei = ...	0,240
Glas = ...	0,935

Anmerkung. Es sind übrigens hierüber noch bei weitem nicht die verläßlichsten Versuche gemacht worden, und bleiben die Bestimmungen hierüber noch durch großartigere Versuche verläßlicher zu regeln.

Die Wärmeaufnahme und Wärmeleitungsfähigkeit der Körper hängt aber auch von den Temperaturen ab, welche das wärmegebende und wärmenehmende Medium gegenseitig besitzen, und zwar im directen Verhältnisse der Temperaturdifferenzen.

Obige Tafel giebt uns nun zwar einen vergleichenden Leitungsfähigkeits-Coefficienten für die angeführten Körper ihrer Fläche nach, aber noch keine bestimmte Ziffer für die Quantität oder Aufnahme von Wärmeeinheiten selbst bei irgend einer Temperaturdifferenz und gegebenen Einheitsfläche.

Dazu mögen folgende aus der Erfahrung im Großen durch Dampferzeugungsapparate und Lufterwärmungseinrichtungen verschiedener Art erschlossenen Daten dienen.

Tabelle für Wärmeaufnahme und Weiterleitung verschiedener Materialien, wenn Wasser oder Luft anliegt, die mittelbar erwärmt werden soll, und die Zeit gleich 1 Secunde ist.

Erwärmungsfläche in Wiener Quadratfuß.	Material des Erwärmungsmediums.	Temperatur-Differenz des Feuers und des aufnehmenden Mediums. in Centes.-Graden.	Aufnahme an Wärme-Einheiten in der Secunde für Wasser. Wärmeeinh.	Aufnahme für Wärme in der Secunde für Luft. Wärmeeinh.	**Anmerkungen.**
1 Quadratfuß bei .	Gußeisen	250°	1,083	0,1360	
1 " " .	Schmiedeeisen . .	"	1,083	0,1360	rauh und schwarz.
1 " " .	dito. . .	"	0,6016	0,08717	verzinnt.
1 " " .	Blech	"	0,938	0,1250	mit leichten schwarzen Schuppen.
1 " " .	Glas	"	0,9325	0,13116	
1 " " .	Kupfer	"	1,040	0,1350	
1 " " .	Zink	"	0,417	0,0540	
1 " " .	Zinn	"	0,400	0,050	
1 " " .	Blei.	"	0,300	0,0375	

Anmerkung. Diese Daten sind verläßlich bei Gußeisen, Schmiedeeisen, Glas und Kupfer für Wasser, und bei Eisen- und Kupferröhren für Luft. Die übrigen sind nur nach der vorhergehenden Tafel calculirt und noch durch directe Versuche zu regeln.

Somit hätten wir in Hauptumrissen angedeutet, was die Pyrotechnik, als Wissenschaft behandelt, im allgemeinen lehrt, und wir können nun zum Besondern dieser Wissenschaft übergehen. Bevor wir aber zu den in diesem Aufsatze abzuhandelnden Heizungen übergehen, dürfte es nothwendig sein, auch noch etwas über die Kamine zu bemerken.

Kamine.

Man hat bisher fast allgemein hohe Kamine als das Mittel angesehen, ein gutes, vollkommenes Verbrennen zu erzielen, indem man dadurch im Stande ist, die Verbrennungsproducte mit großer Schnelligkeit aus dem Feuerraum abziehen zu machen. Es läßt sich indessen unwiderlegbar nachweisen, daß die so enorme Höhe des Kamins ganz und gar nicht dazu beiträgt, die vollkommene Verbrennung des Brennstoffs, noch weniger aber die zweckmäßige Benutzung der erzeugten Wärme zu bewerkstelligen; für den letzteren Fall ist aber ein hoher Kamin nachweislich eher schädlich als nützlich. — Die Sucht, alles blindlings nachzumachen, was in England oft gute, und da selbst häufig nur scheinbar gute Resultate hervorbringt, hat dem Continente seit geraumer Zeit Tausende und Tausende gekostet.

Wie wir aus den vorausgeschickten Bedingungen eines vollkommenen Verbrennens gesehen haben, wissen wir, daß dazu nur die proportionale Quantität Sauerstoff mittelst der atmosphärischen Luft dem Brennstoffe zugeführt werden müsse. Da bei den gewöhnlichen Feuerungen diese Zuführung von dem freien Zutritte der Luft an den Feuerherd abhängt, so darf nur ein Mittel gefunden werden, ohne künstliche Vorrichtungen diesen Zutritt zum Herde oder Durchgang der Luft durch den Brennstoff zu bewirken.

Dieses Mittel liegt aber einzig und allein in dem Naturgesetze:

Jedes tropfbare oder elastische Fluidum fällt in einem specifisch leichteren Fluidum zu Boden; — oder das leichtere wird von dem schwereren nach aufwärts gedrückt.

Da nun die sämmtlichen Verbrennungsproducte bei der hohen Temperatur, welche sie durch die Wärmeentwickelung erhalten haben, bedeutend specifisch leichter sind, als die atmosphärische Luft in ihrem gewöhnlichen Zustande, so sehen wir auch bei ganz freien Feuern ohne Herde und Kamine diese Producte rasch in die Höhe steigen, oder eigentlich von der sie umgebenden kälteren Luft aufwärts gedrückt.

Daraus sehen wir aber, daß die Kamine überhaupt ganz und gar nicht deshalb angelegt und erfunden worden sind, um ein verbessertes Verbrennen oder eine vollkommene Benutzung des erzeugten Wärmestoffs zu erzielen, sondern aus vielen andern zur Erreichung dieser beiden Hauptzwecke wenig oder nichts betragenden Gründen.

Es entstehen aber durch Anlage eines Kamins, in welchem die Verbrennungsproducte von der Feuerstelle abzuziehen haben, zwei communicirende Luftsäulen von gleicher Höhe und gleichem Querschnitte: die Säule der atmosphärischen Luft außerhalb und die Säule der Verbrennungsproducte im Kamin. Nach den dynamischen Gesetzen muß durch die Verschiedenheit des specifischen Gewichtes dieser dem Volumen nach gleichen Luftmassen eine Bewegung entstehen, welche der wirkenden Kraft und der zu bewegenden Luft oder Gasmassen ihrem Gewichte nach proportional wird.

Setzen wir die Höhe eines Kamins vom Roste
bis zum Ausgange = ... h in W. Fuß.
dessen Querschnitt in □Fußen = ... q
die gleich hohe äußere Luftmasse in Pfunden = . m
die Luft- oder Gasmasse im Kamin = ... m′
das specifische Gewicht der Gasmassen im Kamin = γ'
das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft = γ
so erhalten wir:

$$m = q \times h \times \gamma; \quad m' = q \times h \times \gamma';$$

Die zu bewegende Masse dem Gewichte nach $= m + m' = M$.

Die bewegende Kraft $= (m - m') = P$.

Ist die Beschleunigung der Schwere durch g, die von P in M bewirkte Beschleunigung durch G ausgedrückt, so wird

$G = g\,\frac{P}{M}$; oder die obigen Werthe für P und M substituirt

$$G = g\,\frac{(m - m')}{m + m} = \frac{q \times h\,(\gamma - \gamma')}{q \times h\,(\gamma + \gamma')}\,g = g\left(\frac{\gamma - \gamma'}{\gamma + \gamma'}\right)$$

und die Geschwindigkeit für die erste Secunde gleich

$2g \times \frac{(\gamma - \gamma')}{(\gamma + \gamma')} = 30 \times \left(\frac{\gamma - \gamma'}{\gamma + \gamma'}\right)$, in Fußen.

Es geht daraus hervor, daß die Höhe des Kamins für die Geschwindigkeit, mit welcher die Verbrennungsproducte aus dem Feuerraume abziehen, gar nicht in Rechnung kommt. Diese Geschwindigkeit wollen wir C nennen, so daß

$C = 30 \times \frac{(\gamma - \gamma')}{(\gamma + \gamma')}$ ist.

Zugleich giebt uns die Verwendungsart der durch den Verbrennungsproceß entwickelten Wärme den Temperaturgrad an, mit welchem diese Producte vom Herde oder aus dem Feuerraume abziehen sollen, und es wird daraus sich γ' bestimmen lassen, mit Rücksicht auf die specifischen Gewichte der Gasarten bei verschiedenen Temperaturen.

Der Querschnitt des Kamins, oder eigentlich bestimmter, der Eingang aus dem Ofen in den Kamin muß nach der Masse der Gase, deren Temperatur und der Geschwindigkeit C in seinem Querschnitte berechnet werden, und dieser Querschnitt muß also auch der unterste Querschnitt des Kamins sein, durch welchen die Gase abziehen sollen.

Es sei dieser Querschnitt in □Fußen = Q; die Masse der Gase in Kubikfußen = M'; so ist

$M' = Q \times C$; und Q wird $= \frac{M'}{C} = \frac{M'}{30\left(\frac{\gamma - \gamma'}{\gamma + \gamma'}\right)}$ für $\gamma = \gamma'$;

wird aber $C = o$; und $Q = \frac{M'}{o}$ = unendlich groß. —

Je größer im Gegentheil C, desto kleiner wird auch Q, was uns ohnehin die Natur auch ohne Formel zeigt. — Der Querschnitt Q wird aber bei der Ausführung wegen Zusammenziehung des Ausflußstrahles aller Gase um 2 bis 3 Achtel von dem berech-

neten Q größer genommen. Indessen zeigt uns dieser Calcül die Grundursache mancher unangenehmen Erscheinungen im bürgerlichen, oder deutlicher gesagt, im Küchen- und Ofenheizungsprocesse.

Wenn aus einem geschlossenen Feuerraume die Verbrennungsproducte selbst bei der vollkommensten Verbrennung in den eigentlichen Kamin treten, so würden sie mit der oben nachgewiesenen Geschwindigkeit aufsteigen, wenn sie immer gleiche Temperatur, mithin gleiches Volumen und gleiches Gewicht behielten; und selbst in diesem Falle durch die fortwirkende, beschleunigende Kraft ihre Geschwindigkeit, so lange sie im Kamin sind, vermehren; es ist aber der Kamin zu Anfang der Heizung jedenfalls kälter als die Verbrennungsproducte, und er muß erst von den Verbrennungsproducten so weit erwärmt werden, bis beide ziemlich gleiche Temperatur haben. Es wird aber auch unter fast allen Umständen die äußere Kaminfläche Wärme ausstrahlen, und kann dies natürlich nur auf Kosten der Wärme der abziehenden Gase, welche durch diesen Wärmeverlust an ihrem Volumen, also auch an ihrem specifischen Gewicht verlieren, stattfinden. — Darauf gründet sich die Querschnittsverjüngung des Kamins gegen den Ausgang desselben, welche Verjüngung sich daher auch für gegebene Fälle berechnen läßt.

Diese Verjüngung und der anfängliche Querschnitt des Kamins beibehalten, so daß also im ganzen Schlotte eine ziemlich gleichförmige Temperatur angenommen werden kann, wird uns die Geschwindigkeit der Gase im Kamin selbst etwas geringer geben als die oben berechnete.

Wir sehen aber auch, daß, je länger die Gase im Kamin bleiben, ihre beschleunigende Bewegung durch die immer fortwirkende Kraft aus dem Ueberschusse der schwereren Luftsäule zunehmen muß, und ist diese zunehmende Bewegung der Gase beim Ausgang aus dem Kamin deshalb vortheilhaft, weil die Gase dann vermöge ihres Bewegungsmomentes alle jene Hindernisse leichter überwinden können, welche ihnen beim Eintritt in die freie Luft durch Abkühlung, Windzug, Regen, Reibungen an den Kaminwänden ꝛc. entgegenstehen.

Man sieht nun wohl, daß bei gewöhnlichen Küchenfeuern

und Ofenfeuerungen die gewöhnlichen Rauchfangs-Dimensionen ganz und gar nicht in solchen Verhältnissen angelegt sind, wie sie der Natur der Sache nach für den Rauchabzug sein sollten, und dies um so weniger, da bei den letztgenannten Feuern nur äußerst selten ein vollkommenes Verbrennen stattfindet, die Temperatur der Gase oder Verbrennungsproducte also an und für sich eine sehr geringe Gewichtsdifferenz von γ und γ' zuläßt und obendrein die geringe Wärme den ungeheuren Rauchfang nicht erwärmen kann.

Will man indessen die Verbrennungsproducte oder den Rauch absolut mit einer gegebenen Geschwindigkeit, ohne auf mehr oder weniger vollkommenen Verbrennungsproceß und vollkommene Wärmebenutzung genaue Rücksicht zu nehmen, aus dem Kamin streichen lassen, dann ist dessen Höhe auch dieser Geschwindigkeit proportional zu bestimmen, welche Umstände auch in der bemerkten Abhandlung des Verfassers auseinandergesetzt und circulirt sind.

Nähere Beleuchtungen hierüber würden für den Zweck des Aufsatzes zu weit führen, weshalb wir zu dem eigentlichen Zwecke übergehen wollen.

Heizungen für Wohnungen und Localitäten.

Die Beheizung der Wohnungen bezweckt die Erhöhung der in solchen Localitäten befindlichen Luft, von einem dem Leben nicht zusagenden, niederen Temperaturgrade auf einen höheren, dem thierischen Lebensprocesse nöthigen Wärmegrad. Die Erwärmung wird also bezüglich der dafür nöthigen Wärmemenge abhängen von der in einer gegebenen Zeit zu erwärmenden Quantität Luft und von der Erhöhung dieser Quantität in Temperaturgraden; ferner wird auch die Wärmemenge abhängen von dem zulässigen oder nicht zulässigen Temperaturwechsel und von dem Wechsel der Luft selbst durch Abgang der Zimmerluft und Einströmung freier Luft ꝛc.

Die vor allem zu beantwortenden Fragen für die Anlage einer Heizung für menschliche Wohnungen und andere beständig oder zeitweise bewohnte Räume werden sein:

1) Wie viel Luft enthält der zu heizende Raum? um wie viel Temperaturgrade ist diese Luft zu erwärmen? und wie darf diese Temperatur in gewisser Zeit im Maximo wechseln?

2) Welche Zuflüsse von freier (kälterer) Luft erhält die Zimmerluft durch unvermeidliche Umstände in einer bestimmten Zeit? wie viel Luft wird durch eben solche unvermeidliche Einflüsse immerwährend oder momentan wieder abgekühlt? wie viel freie, frische Luft muß zur Reinhaltung der Zimmerluft für den günstigen Lebensproceß der Bewohner nothwendigerweise zugeführt und in demselben Verhältnisse verdorbene Luft von der erwärmten Zimmerluft abgeführt (ventilirt) werden?

3) In welcher Zeit müssen die Localitäten erwärmt sein, wenn nicht eine continuirliche Heizung stattfindet? wie oft und in welchen Intervallen wird frisch geheizt werden können oder müssen?

4) Wie groß ist die größte Temperaturdifferenz der freien Luft zur höchsten zweckentsprechenden Temperatur der Zimmerluft?

Zur Beantwortung dieser Fragen wird im allgemeinen Folgendes dienen:

Das Kubikmaß der zu erwärmenden Luft giebt der zu erwärmende Wohnungsraum, wobei in den Wohnungsräumen befindliche Gegenstände, welche allenfalls auch bedeutende Wärmequantitäten aufnehmen, nicht übersehen werden dürfen. Zuflüsse von kalter äußerer Luft erhalten die Wohnungen durch Thüren, Fenster oder auch andere beständig offene oder von Zeit zu Zeit geöffnete Oeffnungen.

Abgekühlt wird die erwärmte Luft in einer Wohnung durch die Glasfläche der Fenster, durch die Wand-, Boden- und Deckenflächen.

Der nothwendige Ersatz an frischer Luft bemißt sich nach den Quantitäten, welche von der Zimmerluft durch den Lebensproceß der Einwohner oder auch durch auf Luftreinigung einwirkende, in der Wohnung betriebene Beschäftigungen der Menschen verdorben werden, daher weggeschafft und durch neue frische Luft ersetzt werden müssen.

Hierüber gemachte Versuche geben uns einige, wenn auch im

ganzen noch nicht mathematisch genaue, doch für den Calcül hinlänglich genügende Daten an die Hand.

Tafel über Luft- und Wärmeverluste bei Heizungen für Wohnungen und Arbeitslocalitäten per Minute.

1 □ Fuß Fensterfläche von der gewöhnlichen Glasdicke bringt in einer Minute von der inneren Zimmertemperatur zur äußeren Lufttemperatur zurück, oder kühlt ab . . 0,32 Kubikfuß Luft.

1 gewöhnlicher Fensterrahmen vo 1″ Dicke	0,045
1 Thüre von gewöhnlicher Größe, 1″ dick,	0,048
1 □ Fuß Ziegelmauer und Holz, wenn sie nach außen geht und 6″ dick ist . .	0,012
1 □ Fuß Mauer von Bruchsteinen, 2′ dick, nach außen gehend	0,007
1 □ Fuß Mauer von 2′ Dicke von gebrannten Ziegeln, nach außen gehend,	0,0035
1 □ Fuß Mauer von Bruchsteinen, 16″ dick, anstoßend an ungeheizte Räume,	0,003
1 □ Fuß Mauer von gebrannten Ziegeln, 12″ dick, an ungeheizte Räume stoßend,	0,0019
1 □ Fuß Fußboden oder Decke, wenn sie der freien Luft ausgesetzt sind, bei 10″ Dicke	0,0067
1 □ Fuß Fußboden oder Decke, wenn sie an ungeheizte geschlossene Räume stoßen,	0,0022

Wärmeverluste durch Oeffnungen.

Bei einem Fenster mit vergitterter Verglasung, welche bis zu 10′ über den Fußboden reicht, wenn die Summe der vorhandenen Oeffnungen 3″ beträgt	2,00 Kubikfuß
Bei einem gewöhnlichen Bleifenster	4,00
Bei einer Thüre, die zu ungeheizten Räumen führt, mit 6 □ Zoll Oeffnungssumme . . .	3,60

Anmerkung. Diese Daten sind aus dem Wiener polytechnischen Journal, Nr. 48 Jahrgang 13, genommen und wahrscheinlich von Herrn Dr. Heeren in Hannover.

Andere Versuche von dem englischen Civil-Ingenieur Tredgold lehren uns, daß

1 □ Fuß Fläche bei einfachen Fenstern in der Minute abkühlen . . . . 1,50 Kubikfuß
1 gewöhnliches Fenster von $5^1/_2$ bis 6 Fuß Höhe und 3 bis $3^1/_2$ Fuß Breite durch seine Oeffnungen einströmen läßt 11,00
1 gewöhnliche Thür 11,00
während er die Abkühlung durch Wände und Boden und Decke vernachlässigt.
Bei Doppelfenstern, wenn sie dicht und gut geschlossen sind, ist die Abkühlung per □Fuß nur 0,50
und die 11 Kubikfuß fallen bei Doppelfenstern weg, ebenso bei Doppelthüren.

Man sieht, daß die Angaben für Abkühlung durch die Fenster von 0,32 Kubikfuß und 1,5 Kubikfuß per Minute etwas stark differiren. Man kann hier nicht umhin, der Tredgold'schen Angabe mehr seine Zustimmung zu geben, da selbe durch Experimente und Calcül nachgewiesen ist, auch selbe für die Berechnung einer Anlage mehr Sicherheit gewährleistet, und man dafür besser zu viel als zu wenig rechnen darf.

Wir wollen daher für unsere künftigen Rechnungen annehmen, daß

1 □ Fuß Doppelfenster abkühlen . . . . . 0,00 Kubikfuß
1 □ Fuß einfache Fenster „ 1,50
Jede Thür aber 11,00

Wahrscheinlich sind die ersten Angaben auch für Doppelfenster ohne die Rahmflächen genommen, was dann mit den Doppelfenstern Tredgold's, die Rahmen mit eingerechnet, so ziemlich zusammenstimmt, so weit überhaupt derlei Versuche ihrer verwickelten Natur wegen zusammenstimmen können.

Es gewähren solche Angaben überhaupt immer nur einen annähernden Calcül, um wenigstens nicht ganz im Blinden zu tappen.

Für gewöhnliche, 10 bis 12 Fuß hohe Zimmer, die nicht

gedrängt bewohnt sind, mag wohl größtentheils die durch die Ausathmung der Bewohner verdorbene Luft durch das Eindringen frischer Luft durch Fenster und Thüren ersetzt, und auch die verdorbene Luft auf demselben Wege ventilirt werden; allein für jene Wohnungsräume, in welchen viele Personen — auch wohl Thiere — sich befinden und größtentheils noch körperliche Beschäftigung treiben, wird eine solche Quantität an Luft durch den Lebensproceß verdorben, daß dieselbe bei vorausgesetzter, sorgfältiger Schließung der Fenster und Thüren durch andere Mittel ersetzt werden muß, wenn man nicht will, daß die Menschen in Stickluft ihre Gesundheit verlieren sollen.

Der gesunde Mensch verdirbt per Minute 4 Kubikfuß reine atmosphärische Luft, im kranken Zustande bis 6 Kubikfuß.

In Krankensälen, wo wegen anderer Miasmen die einmal eingeathmete Luft niemals mehr zu wiederholter Einathmung kommen sollte, müssen also per Kopf in jeder Minute 6 Kubikfuß frische Luft in den Krankensaal treten. Da aber auch dies nicht hinlangen würde, die Luft ganz rein zu erhalten, so muß die durch den Saal gegangene Luft rein weggeschafft und durch neue aus der freien Luft, vorher erwärmte, ersetzt werden. Wie dies zu geschehen habe, wird in der Folge noch gezeigt werden.

Wir sind durch das Vorhergehende nun im Stande, das Quantum der zu erwärmenden Luft sowohl im Anfange der Beheizung, als auch die nothwendig stets zu erwärmende Luftmenge zu bestimmen und daraus den nöthigen Wärmeaufwand abzuleiten.

Aus der Tafel für Wärmecapacität finden wir die specifische Wärme der Luft = 0,267, oder 0,267 Wärmeeinheiten erhöhen 1 Pfund Luft um 1 Centes.-Grad.

Setzen wir die in den zu erwärmenden Räumen
befindliche Luft in Kubikfußen = ... Q Kubikfuß.
die per Minute sich abkühlende Luft = ... q „
so haben wir zuerst und nur einmal für die Erwärmung von Q, dann aber für die fortwährende Erwärmung per Minute von q Kubikfuß zu sorgen. Zu diesem Ende sind daher früher zwei Fragen zu lösen:

1) In welcher Zeit muß die im Locale befindliche Luft die vorgeschriebene Temperatur erreicht haben? und

2) Wie lange ist die Temperatur gleichförmig zu erhalten?

Setzen wir die Zeit der ersten Erwärmung in Minuten $= Z$, so erhalten wir die per Minute zu erwärmende Luft $= \frac{Q}{Z} + q$; denn die Abkühlung fängt auch mit der ersten Erwärmung schon an.

Das Gewicht von 15,05 Kubikfuß Luft bei 0° ist = 1 Pfd. und wir erhalten per Minute dem Gewichte nach ein Luftquantum von $\frac{\left(\frac{Q}{Z} + q\right)}{15,05}$ Pfunde zur Erwärmung.

Setzen wir die Temperatur der äußeren Luft in Centes.-Graden = ... T;
die Temperatur der Zimmerluft bei gehöriger Erwärmung = t;
so muß die Erwärmung der Luft auf $(t^0 - T^0)$ geschehen; die dazu nöthigen Wärmeeinheiten per Minute, mit E bezeichnet, werden geben:

$$E = 0,267 \times (t - T) \times \frac{\left(\frac{Q}{Z} + q\right)}{15,05}$$

oder auch:

$$E = \frac{0,267}{15,05} \times (t^0 - T^0) \left(\frac{Q}{Z} + q\right) = 0,01774\,(t - T)\left(\frac{Q}{Z} + q\right)$$

Aus den Wärmeeinheiten E kann man den Brennstoff berechnen, welcher lediglich für die Erwärmung der Luft, für den reinen Nutzeffect nothwendig ist.

Zur ersten Erwärmung in Z Minuten werden demnach gehören: $E Z = E'$ Wärmeeinheiten, und daraus wird

$$\text{(A.)} \qquad E' = 0,01774 \times \left(\frac{Q}{Z} + q\right) \times (t - T) \times Z.$$

Jene für irgend eine Zeit (Z' in Minuten), während welcher die Temperatur $= t^0$ erhalten werden soll, sich als nöthig ergebende Wärme (E'') wird aber sein:

$$E'' = 0,01774 \times q\,(t - T) \times Z'.$$

Die gesammte Wärme wird also bestehen aus $E' + E'' = E'''$

$$\text{(B.)} \quad E''' = 0{,}01774 \; (t - T) \left[\left(\frac{Q}{Z} + q\right) Z + q\,Z'\right]$$

Beispiel.

Nehmen wir für irgend einen Ort die mittlere Wärmetemperatur mit -4^0, die gewünschte Zimmertemperatur mit $+18^0$, so wird $t = 18^0$, $T = -4^0$ und $[t - (-T)] = 22^0$.

Die erste Erwärmung sollte in 1 Stunde geschehen und durch 16 Stunden täglich die Temperatur gleich erhalten werden, so wird

$$E''' = 0{,}01774 \times 22 \times \left[\left(\frac{Q}{60} + q\right) 60 + q \times 16 \times 60\right]$$
$$= 0{,}39028 \,(Q + q \times 17 \times 60) = 0{,}39028 \,(Q + 1020 \times q)$$

als die nöthige Wärme.

Aus der Größe q wird man aber berechnen können, wie weit sich die in den Localen befindliche erwärmte Luft während jener 8 Stunden, in denen nicht geheizt wird, abkühlen werde? woraus sich denn in vielen Fällen eine Ersparung von einigen Wärmegraden für die erste Heizung des nächsten Tages herausstellen dürfte, und welche Grade dann bei Berechnung zu Gute kommen werden.

Um aus den auf diese Art gefundenen Wärmeeinheiten auf die zur Erzeugung derselben nöthige Brennstoffmenge schließen zu können, diene folgende Tabelle.

Benennung der Brennstoffe.	Wasser von 0° auf 100° durch 1 Pfund des Brennstoffes. Pfd.	Pfunde Wasser, welche von 100° mit 1 Pfund Brennstoff verdampft werden. Pfd.	Gewicht der zum Brennen nöthigen Luft von 0° Temperatur. Pfd.	Entwickelte Wärmeeinheiten.
1 Pfd. völlig trockenes Holz n. Prechtl	35	6½	6	3500
" " " " " Rumford	36	—	—	3600
" " " " " Despretz	36	—	—	3600
" lufttrockenes Holz " Prechtl	26	3	4¼	2600
" " " n. Lampadius	—	4½	—	—
" " " mit 20 % Feuchtigkeit n. Despretz	27	—	—	2700
" reine Kohle . . . . " "	78	14	15	7800
" Holzkohle . . . . . " "	75	—	—	7500
" " . . . . . " Prechtl	73	13	11½	7300
" Anthracit . . . . . " "	75	14	13	7500
" " englischer " Fyfe	—	10⅓	—	—
" " sächsischer " "	65	12	—	6500
" Steinkohle . . . . " Prechtl	60	11	9	6000
" " bituminöse " Despretz	60	—	—	6000
" Braunkohle, bituminöse, und Pechkohle . " "	60	10	9	6000
" Braunkohle, gemeine " Prechtl	45	8	7½	4500
" " erdige . " "				
" Steinkohlen-Koak, bester Sorte . . . . " "	36	6	5½	3500
" Braunnkohlen-Koak,	65	12	11½	6500
bester Sorte . . . . " "	70	12½	11	7000
" Torf, bester, . . . " "	30	5½	4½	3000
" " " . . . " Despretz	30	—	—	3000
" Torfkohle, beste . . " Prechtl	64	11½	10	6400
" Kohlenwasserstoffgas " "	76	14	14½	7600
" Wasserstoffgas . . . " Despretz	236	—	—	23600
" Alkohol . . . . . . " "	67½	—	—	6750
" Oel, Wachs, Talg " Prechtl	78	14	15	7800
" Lohkuchen . . . . . " "	20	—	—	2000
" Aether . . . . . . " Despretz	80	—	—	8000
" Weingeist v. 33° bei 20° R. Prechtl	52	9½	11½	5200

Heizapparate. — Oefen.

Gestützt auf die entwickelten Gesetze und Erfahrungen, wollen wir nun die verschiedenen Vorrichtungen und Apparate einzeln kennen lernen, welche uns bisher dazu gedient haben und dienen, um den ausgesprochenen Zweck zu erreichen. Eine Vergleichung dieser einzelnen Heizapparate mit den früher aufgestellten Principien und Erfahrungen muß uns von selbst auf die Vor- und Nachtheile eines Apparates gegen den andern leiten, und wir werden überhaupt erkennen, in wie weit unsere bisherigen Heizapparate und Oefen den Zwecken vollkommener Verbrennung und vollkommener Wärmebenutzung zusagen, und welche Mittel uns weiter zu Gebote stehen, offenbar bedeutenden Mängeln abzuhelfen oder sie wenigstens auf ein unvermeidliches Minimum ihrer Schädlichkeit zu bringen.

Es mag wohl eine geraume Zeit gedauert haben, bis der Mensch auf die Erfindung kam, die durch Verbrennung irgend eines Brennstoffes sich entwickelnde Wärme mittelbar jener Luft mitzutheilen, in welcher er athmete, da ihm anfänglich ganz sicher nur ein freies Feuer diesen Dienst leistete. Die Bemerkung, daß der ihm lästige Rauch nach aufwärts steige, daß dem Windstrom in den Weg gestellte Gegenstände dieses Aufsteigen des Rauches schützen, daß sich einige in der Nähe oder im Feuer selbst befindliche Körper, ohne selbst mit zu verbrennen, doch sehr bedeutend erhitzen, ihre eingesogene Wärme aber nach dem Verlöschen des Feuers nach und nach wieder absetzen und diese Wärme ihm auch ohne immer fortwährendes Feuer zur Benutzung stand, mußte ihn nach und nach zu den verschiedenartigen Einrichtungen führen, die wir nun unter dem allgemeinen Namen **Oefen** verstehen.

Die Feuerung in den sogenannten Kaminen ausgenommen, werden in den civilisirten Ländern gegenwärtig die Wohnungen nur durch mittelbare Wärmemittheilung geheizt.

Diese Mittheilung der Wärme an die Zimmerluft ist dabei aber wieder verschieden, indem der Wärmestoff entweder nur **einen Leiter** oder **mehrere** passiren muß, bis die zu erwär-

mende Luft denselben aufnehmen kann; so theilt z. B. ein gewöhnlicher Zimmerofen die von dem in ihm brennenden Feuer aufgenommene Wärme mittelst seiner äußeren Oberfläche der Zimmerluft mit.

Bei Dampf- oder Wasserheizung theilt sich die durch den Verbrennungsproceß frei gewordene Wärme zuerst einer Kesselwand (Kupfer oder Eisen), durch diese dem Wasser und dann erst wieder mittelst einer Gefäßwand der Zimmerluft mit, so daß die Wärme vom Feuerraum aus erst durch drei Medien gehen muß, bis sie das für sie bestimmte Medium erreicht.

Diese drei Heizmethoden mittelst Luft, Wasser und Wasserdampf sind aber gegenwärtig alle in Anwendung noch im Streite, weshalb wir denn eine nach der andern untersuchen und ihre Anwendbarkeit klar stellen wollen. Für Zimmerheizungen muß jede Art, wenn sie entsprechen soll, den oben für diesen Zweck unerläßlich nachgewiesenen Bedingungen genügen.

Sowie wir oben im mathematischen Calcül nachgewiesen haben, welcher Brennstoff nöthig ist, um die gegebenen Luftquantitäten auf die gewünschte Temperatur zu erheben, ebenso erhalten wir nach den für die Wärmeeintheilung entwickelten Gesetzen auch die nöthigen Oberflächen der Oefen oder Apparate für die Berührung der kalten Luft zu ihrer Erwärmung sowohl für eine als die andere Heizmethode.

Es werden aber an eine Wohnungsheizung auch noch andere Forderungen gestellt, denen dieselbe ebenso wesentlich genügen muß, wie der Erwärmung der gesammten Zimmerluft, und zwar ist eins der wichtigsten Erfordernisse die *gleichförmige Erwärmung der Luft an allen Punkten des zu heizenden Locales.*

Die Erreichung dieses sehr wichtigen Bedingnisses einer vollkommenen Wohnungsbeheizung war lange Zeit nur ein frommer Wunsch und konnte weder durch unsere gewöhnlichen Zimmeröfen noch durch Wasserdämpfe und Warmwasserheizungen erreicht werden.

Erst durch Herrn P. T. Meißner (k. k. emer. Professor der Chemie am k. k. polytechnischen Institute, durch seine classischen

Werke der Welt bekannt) wurden die Principien in dieser Sache so klar gestellt, daß wir gegenwärtig im Stande sind, mit jeder Art der angeführten Heizapparate in den Wohnungen an allen Punkten gleichförmige Temperatur zu erhalten.

Das Grundprincip dieser nach des Herrn Professors Namen benannten Heizungsmethode liegt demnach keineswegs in der Kunst, Luft zu erwärmen, sondern in der zweckmäßigen Einrichtung, die durch das was immer für Mittel erwärmte Luft in den Wohnungs- oder anderen Localitäten gleichförmig zu vertheilen.

Die Brennstoffsparung liegt also bei der Meißner'schen Heizung auch nur in der unvermeidlichen Folge, welche die zweckgemäße Verwendung der erzeugten Wärme herbeiführen muß. — Durch die Unmöglichkeit, bei den gewöhnlichen Zimmeröfen die Wärme an alle Punkte des Zimmers genügend hinzubringen und im ganzen Raume gleichförmig erwärmt zu haben, entsteht die enorme Brennstoffverschwendung.

Es wird dafür wohl keines mathematischen Beweises bedürfen, wenn wir durch den gesunden Verstand und die Gesetze der Natur sehen, wie erwärmte Luft vermöge ihres mindern specifischen Gewichts von der kälteren Luft in die Höhe gedrückt wird, daß die einen warmen Körper am Fußboden eines Zimmers bestreichende Luft nach ihrer dadurch erfolgten Erwärmung aufsteigen und die obersten Schichten des Zimmers einnehmen wird. Bei dieser Aufsteigung wird natürlich die erwärmte Luftmasse einen Theil ihrer Wärme, proportional der Wärmeleitungsfähigkeit der Luft, die bekanntlich sehr gering ist, an die umgebende Luft absetzen, und es wird eine erwärmte Luftpyramide entstehen, deren Grundfläche die Decke des Zimmers und deren Spitze der am Fußboden befindliche, wärmegebende Gegenstand ist. Innerhalb dieser Pyramide aber wird die senkrechte Luftsäule über dem warmen Körper und die Schicht an der Decke die meiste Erwärmung haben, die gegen die Grundfläche abnehmen wird, so daß man außer den Grenzen dieser Pyramide wenig Erwärmung wahrnehmen wird. — Erst dann, wenn der erwärmende Körper — oder bei uns der Ofen — unausgesetzte Wärme abgiebt, wird

durch langsame Mittheilung die sämmtliche Luftmasse sich erwärmen. Allein es wird dabei dennoch immer eine außerordentliche Temperaturdifferenz zwischen den Luftmassen innerhalb der erwähnten Pyramide und außerhalb derselben stattfinden, und wenn die außerhalb liegenden für den Lebensproceß genügend erwärmt sein werden, werden die innerhalb liegenden eine der Gesundheit schädliche, zu hohe Temperatur haben. — Denken wir uns aber, wie dies allgemein auch wirklich der Fall ist, den Ofen über dem Fußboden eines Zimmers 1 oder 2 Fuß mit seinem untersten, wärmegebenden Theile erhaben, so läßt sich keine Ursache denken, warum die unterhalb befindliche kalte Luftschicht von selbst zur erwärmenden Oberfläche aufsteigen sollte; sie bleibt daher auch immer kalt am Boden sitzen, denn sie ist immer unter allen Bedingungen die schwerste.

Man könnte hier einwenden, daß die aufwärts gedrückte Luft nach ihrer Abkühlung herabsinkt und somit die ganze Luft im Zimmer nach und nach erwärmt werden muß; dagegen muß man aber bedenken, daß die wieder erkaltete Luft innerhalb der Pyramide immer wärmer als die außerhalb derselben liegende sein wird und deshalb in die unter ihr liegenden kälteren, dichteren Schichten nicht eindringen, sondern an den Grenzen der Pyramide bis zum Ofen sinken, sich da neuerdings erwärmen und wieder aufsteigen wird. Diese Circulation kann also nur ausschließlich innerhalb des Körpers der Pyramide stattfinden, und die Wärme des Ofens wird wohl hinreichen, die sich innerhalb der Pyramide abkühlende Luft neuerdings zu erwärmen, die genannten, außerhalb der Pyramide liegenden Schichten werden immer kalt bleiben.

Diesem lange nicht abzuschaffen gewesenen Uebel hat Herr Professor P. T. Meißner durch eine ganz einfache, aber dadurch gerade um so sinnreichere Vorrichtung abgeholfen. — Obgleich der geehrte Erfinder diese Principien in einem besonderen Werke Jedem klar gestellt hat, so wird es doch hier wegen Zusammenstellung eines Ganzen nöthig sein, in Kürze das Wesentliche zu berühren.

Der Erfinder umgiebt einen Zimmerofen mit einem Mantel,

so daß derselbe, von dem Ofen mehr oder weniger abstehend, die ganze Wärme abgebende Fläche in verticaler Richtung von der Zimmerluft absperrt, und läßt nur unten und oben, oder Kopf und Füße, mit der Zimmerluft communiciren.

Es entsteht dadurch, wenn der Ofen geheizt ist, eine Art Kamin zwischen dem Ofenkörper und dem Mantel; die in diesem Kamine befindliche Luft erwärmt sich, wird specifisch leichter als die äußere Zimmerluft und das Gleichgewicht der Zimmerluft ist gestört. — Die erwärmte Luft innerhalb des Mantels wird nach den aerodynamischen Gesetzen hinaufgedrängt und vom Boden tritt die kältere Luft zur Erwärmung an die Oberfläche.

Die dadurch eingeleitete Bewegung bringt aber nun alle im Zimmer befindliche Luft aus allen Punkten zur Erwärmung und eine einmal aufgestiegene Luftmasse kommt nicht wieder zu einer zweiten Berührung der Ofenfläche, bis nicht alle Theile der anderen Masse denselben Weg gemacht und dieselbe Temperaturerhöhung am Ofen erlitten haben. Darin liegt das Grundprincip für gleiche Erwärmung und für die daraus nothwendig erfolgende Brennstoffersparung der Meißner'schen Luftheizung, und dies ist nur durch den Meißner'schen, rein ihm gehörigen Gedanken erzielt worden. Alle hierbei vermeintlich gemachten Verbesserungen, die obendrein größtentheils Verschlechterungen sind, sind Nebendinge. — Ich kann hier nicht umhin, zu bemerken, daß dieses Grundprincip, von Architekten und Ingenieuren theils noch sehr wenig studirt, theils noch wenig vollkommen begriffen worden ist. — Wäre dies Letztere nicht der Fall, so würden die vielen Streitigkeiten über die verschiedenen Wärmeapparate und Heizungen mittelst Luft-, Wasserdampf- und Warmwasserheizungen niemals aufgetaucht sein. Man sieht nach dem ersten Blick in die Sache, daß es ganz gleichgültig sei, woran sich die zu erwärmende Zimmerluft erwärmt, wenn nur die dem Principe entsprechende Circulation stattfindet. Vor- und Nachtheile der einzelnen Heizmethoden liegen dann nur in ganz anderen Umständen, die auch berücksichtigt werden wollen oder berücksichtigt werden müssen. —

Wir wollen daher diese Nebenumstände hier näher beleuchten,

woraus denn für einzelne Fälle sich entscheiden lassen dürfte, welche Art des Erwärmungsapparates für einen gegebenen Fall die entsprechendste sein könne.

Einfache Luftheizung.

Der kürzeste Weg, um durch einen Ofen eine einzelne Localität gleichförmig zu erwärmen, wird nach den vorausgegangenen Erläuterungen der sein, was immer für einen Ofen mit einem Mantel auf die beschriebene Weise zu umgeben. Es ist aber sehr häufig und wohl größtentheils nothwendig und wünschenswerth, um in größeren Wohnungen die vielen einzelnen Feuerstellen zu vermeiden, mit einem Ofen mehrere entweder an einander stoßende, oder auch getrennte, oft in bedeutender Entfernung von einander liegende, selbst auch im Horizonte verschieden gelegene Räume zu beheizen. Die ganze Kunst, solchen Forderungen zu genügen, besteht aber nur in einigen, durch gesunden Verstand nebst einigen einfachen Rechnungen zu ermittelnden Einrichtungen; denn es ist, wie bereits bemerkt, nöthig:

a) die zu erwärmende Luftquantität auszumitteln,

b) die Ofenfläche nach der Art des Ofens oder Apparates zu berechnen, um der Luft für die gegebene Zeit genügende Berührungsflächen zu bieten, und

c) eine Canalführung vom Ofen für die warme und kalte Luft zu und von den zu heizenden Localitäten so einzurichten, daß der Hauptgrundsatz für die Luftströmung rein im Auge behalten wird, daß die Strömungen weder zu gering noch zu heftig werden, und daß aus allen zu heizenden Localitäten die erkältete Luft immer nur wieder unterhalb des wärmegebenden Ofens oder andern Apparates an den Ofen treten könne;

d) daß die Einrichtungen für Ventilation oder in vielen Fällen auch ein beständiger Luftwechsel in den Localitäten nicht übersehen und den Naturgesetzen gemäß eingeführt werden kann.

Diesen vier Hauptbedingungen wird bei der reinen sogenannten Luftheizung dadurch entsprochen, daß man den Heizofen (gewöhnlich ein eiserner Ofen; die Form ist in dieser Beziehung ganz gleich geltend) an einem den zu erwärmenden Localitäten nahen, wo möglich etwas tiefer liegenden Orte aufstellt, den Ofen mit einem luftdichten Mantel oder Seitenmauern so umgiebt, daß man durch eine gut schließende Thüre zwischen Mantel und Ofen (in die Heizkammer) zu Reinigungen oder allenfälligen Ausbesserungen des Ofens kommen kann, und von dem höchsten Punkte dieser Heizkammer die Warmluftcanäle zu den Localitäten, und von den Localitäten die Kaltluftcanäle zum Boden der Heizkammer zurückführt.

Daß man die Heizthüre des Ofens außerhalb dieser Heizkammer anlegen muß, dürfte sich wohl ziemlich von selbst verstehen, sowie es auch ein kaum zu erwähnendes Erforderniß sein wird, die Leitungscanäle für warme und kalte Luft, wenn es nicht besondere Umstände unmöglich machen, in Mauern zu legen, die dem freien Luftantritt nicht ausgesetzt sind, also in die Zwischenmauern der Gebäude. — Zugleich müssen die Canäle so geräumig und möglichst platt sein, daß durch zu schnelle Circulation der Luft nicht Staub mit zum Ofen geführt werde, welcher sich an dem oft unvermeidlich zu hoch erhitzten Ofen versengt und die Luft für die Einathmung ungesund macht. — Bei nicht gut eingerichteten Heizungen dieser Art tritt gewöhnlich die Klage über zu trockene Luft ein, — allein der Mensch bedarf zur Einathmung keine feuchte Luft, aber rein soll sie sein, und der feine, obendrein noch oft versengte Staub, welcher bei zu engen Leitungscanälen und überheizten Oefen unvermeidlich ist, ist die Ursache der unangenehmen Empfindung in den Athmungsorganen, und nicht die trockene Luft.

Die Warmluftcanäle müssen vom Ofen oder der Heizkammer aus in immerwährend steigender Richtung in die Localitäten geführt werden, und damit man willkürlich mehr oder weniger Wärme einer oder der andern Localität zuführen könne, werden die aus den Leitungscanälen in die Zimmer gehenden Oeffnungen mit Schiebern versehen, um diese Oeffnungen willkürlich

zu öffnen oder zu schließen oder mehr oder weniger offen zu halten; dasselbe geschieht auch bei den die Luft zurückführenden Kaltluftcanälen.

Für die Flächenberechnung des Ofens werden wir nach den obigen Grundsätzen über die nöthige Wärme für gegebene Zeit und gegebene Luftmassen folgenden Calcül machen können.

Es sei für den allgemeinen Calcül die in einer Minute zu erwärmende Luft in Pfunden = ... Q;
die Anzahl der Grade, um welche Q in seiner
Temperatur zu erhöhen ist, sei = . . . T (Cent.-Gr.)
die dafür nöthigen Wärmeeinheiten seien = . E;
so erhalten wir

$$E = Q \times T \times 0{,}267.$$

Diese Wärmeeinheiten muß die Oberfläche in einer Minute aufnehmen und an die Luft absetzen.

Es setzen gußeiserne Oberflächen an die umgebende Luft bei einer Temperaturdifferenz von 88° C. in einer Minute per □Fuß Fläche an Wärmeeinheiten ab 2,87 Einheiten.

Da aber diese Größe im directen Verhältnisse mit der Temperaturdifferenz entsteht und wir ein gewöhnliches Ofenfeuer mit Holzfeuerung im Mittel 450° Cent. annehmen dürfen, so wird bei einer Zimmerlufttemperatur von 16° Cent. die Differenz (450 — 16) = 434° werden. Aber auch diese Differenz darf noch nicht in Rechnung kommen, wenn die vom Feuer erzeugte Wärme möglichst vollkommen bei vollkommener Verbrennung benützt werden soll, sondern man muß zuerst untersuchen, mit welcher Temperatur die Verbrennungsproducte aus dem Ofenraume abziehen müssen, oder wie man sie will abziehen lassen. Dafür wissen wir, daß unter den Verbrennungsproducten Wasserdämpfe sind, die wenigstens mit einer Temperatur von 110° Cent. abziehen müssen, wenn sie nicht im Ofenraum sich als Wasser an den Wänden niederschlagen sollen. Die anfängliche Feuertemperatur, wie angenommen, also gleich 450°, die abziehende gleich 110° giebt eine mittlere Ofentemperatur von

$\frac{450 \times 110}{2} = 280°$, und die Differenz im Mittel daher

280 — 16 = 264°. — Demnach werden sich nun bei gußeisernen Oefen die Flächen aus folgender Proportion ergeben: 88° : 264° = 2,87 8,6, oder 1 □ Fuß Fläche wird bei 264° Temperaturdifferenz in der Minute 8,6 Wärmeeinheiten an die umgebende Luft abgeben. Die Fläche für Q Pfunde Luft!, auf T° erhoben, mit F in □ Fußen bezeichnet, wird also sein:

$$F = \frac{E}{8,6} = \frac{Q \times T \times 0,287}{8,6} = 0,031 \times Q \times T.$$

Ein Beispiel dürfte hier zur vollständigen Erläuterung dienlich sein, und wird selbst für die mathematisch nicht Ausgebildeten die erwähnte Rechnung klar machen.

Es sei eine Wohnung von 10 Zimmern, die an einander stoßen, mittelst eines einzigen Ofens zu beheizen.

Der ganze kubische Raum der Wohnung enthalte 52800 Kbf. Luft,
die mittlere Wintertemperatur sei . . . . . — 5°,
die Zimmertemperatur im Mittel gleich . . . + 18°,
die Temperaturerhöhung also . . . . 23°.

Die Wohnung habe 2½ Fuß dicke Ziegelmauern mit 24 Fenstern zu 3½ Fuß Breite und 7½ Fuß Höhe, Doppelfenster.

Alle Fenster gehen in's Freie, und die Decke der Wohnzimmer sei durch ein oberes Stockwerk geschützt, sowie nur 440 □ Fuß des Fußbodens an die freie Luft grenzen.

Vier Thüren stoßen an geschlossene Gänge. Die mittlere Höhe der Zimmer sei 12 Fuß. Die Haupt- und Seitenfronten seien frei.

Im ganzen Raum wohnen 30 Personen.

Es soll die Wohnung mit dem einzigen Ofen in 2 Stunden vollkommen erwärmt sein, und täglich 18 Stunden in gleicher Temperatur erhalten werden.

Diesen Voraussetzungen zufolge erhalten wir per Minute zur Erwärmung:

a) $\frac{52800}{120}$ Kubikfuß = ...	440	Kubikfuß.
b) durch Fensterabkühlung	315	
c) durch 4 Thüren à 11 Kubikfuß . .	44	
d) wegen 2520 □Fuß nach außen an die freie Luft genügende Wandfläche . .	8,82	
e) ebenso wegen 440 □Fuß Fußboden, nahe	3,0	
f) durch Ventilation für 30 Personen .	120,0	
g) durch andere Umstände	80,0	
in Summa per Minute . .	1010,82	Kubikfuß.

Diese Erwärmung gilt für die ersten zwei Stunden, bis die sämmtliche in der Wohnung anfänglich vorhanden gewesene Luft durch und durch die gewünschte Temperatur erhalten hat. Nach Verlauf dieser Zeit sind für die übrigen 16 Stunden nur per Minute 1010,82 — 440 Kubikfuß, also nur 570 Kubikfuß zu erwärmen.

Es wird hieraus klar ersichtlich, daß die Ofenfläche für die ersten zwei Stunden eine viel größere sein müßte, als sie für die übrige Zeit benöthigt wäre. Diesen Uebelstand kann man in jenen Fällen, wo eine beständige Temperatur oder eine ununterbrochene Feuerung Platz greifen kann, wohl beseitigen, wenn man eine längere Zeit anfänglich etwas heftiger heizt, bis sich die Temperatur gleichförmig gestellt hat. — Für gewöhnliche unterbrochene Heizungen, wo es ohnehin auf ganz gleich gehaltene Temperatur nicht ankommt, und darin größtentheils ein Wechsel von 5° bis 6° stattfinden darf, macht man die Ofenfläche etwas größer, als für die per Minute continuirlich zu erwärmenden Quantitäten nothwendig wäre. Wir wollen demnach hier die nöthige Ofenfläche für $\left(750 + \frac{440}{2}\right) = 790$ Kubikfuß per Minute berechnen; was den Erfolg hätte, daß man in 4 Stunden erst die nöthige Temperatur in den sämmtlichen Wohnungsräumen erzielen würde.

Die Ofenfläche würde dann für die continuirliche Heizung

$= \frac{10}{36} = 0,277$ mal zu groß sein, was aber durch geringere Brennmaterialaufgabe und verminderte Luftzuströmung zum Herde regulirt werden kann.

Um also die Erwärmungsfläche für 790 Kubikfuß Luft in der Minute für eine Temperaturerhöhung von 23° zu finden, haben wir weiter:

790 Kubikfuß Luft geben $\frac{790}{15} = 52,66$ Pfund Luft.

Die zur Erwärmung auf 23° nöthigen Wärmeeinheiten werden also per Minute sein $52,66 \times 0,267 \times 23 = 323,416$.

Die Ofenfläche muß also per Minute 323,416 Wärmeeinheiten absetzen. Nach dem Vorhergehenden haben wir ersehen, daß gußeiserne Ofenflächen bei den dort vorausgesetzten Temperaturdifferenzen per 1 □Fuß in der Minute absetzen: 8,6 Wärmeeinheiten, woraus unsere Fläche werden wird in Quadratfußen $= \frac{323,416}{8,6} = 37,6$ nahe □Fuß, wozu ein Ofen mit 3 Fuß Durchmesser und 4 Fuß Höhe genügend wäre. Es versteht sich von selbst, daß diese Fläche nur jene sein könne, welche innerhalb immer vom Feuer bespielt und außen von der Luft berührt wird. —

Aus den nöthigen Wärmeeinheiten läßt sich der Brennstoff berechnen, je nachdem 1 Pfund desselben bei vollkommener Verbrennung Wärmeeinheiten zu entwickeln im Stande ist, was nach der Tabelle der Brennstoffleistungen beurtheilt und calculirt werden muß.

1 Pfund sehr trockenes Holz bringt 36 Pfund Wasser zum Kochen oder auf 100°; es entwickelt also 3600 Wärmeeinheiten, so daß für unsern Fall per Minute $\frac{323,416}{3600} = 0,09$ Pfund Holz nöthig wären. — Dies würde per Stunde 5,4 Pfund und in 18 Stunden 97,2 Pfund betragen; — wobei jedoch noch der Abschlag zu berücksichtigen kommt, weil durch die ganze Zeit von 14 Stunden ein Plus der Wärmeabgabe stattfand, für jene nur in den ersten 4 Stunden per Minute zu erwärmenden 220 Kubikfuß.

Man wird aus diesem Beispiele wohl ersehen, daß der berechnete Brennstoff und die berechnete Oberfläche nur rein für den Zweck der in den Wohnungsräumen zu erwärmenden Luft nöthig ist und daß ein vollkommenes Verbrennen stattfindet. Es ist aber ebenso ersichtlich, daß die für vollkommenes Verbrennen und für vollkommene Benutzung der Wärme oben schon angegebenen Hindernisse auf das wirklich zu verbrennende Material einen bedeutenden Einfluß haben; und wir können daraus um so mehr angeeifert werden, die zu beseitigenden Hindernisse ganz wegzuschaffen und die unvermeidlichen auf ein Minimum zu reduciren. Auf jeden Fall zeigt uns der Calcül, wie weit wir noch bei den gewöhnlichen Wohnungsheizungen von einem leicht erreichbaren Ziele fern sind.

Der praktische Bau der Wohnungs- und ähnlicher Heizungen wird demnach als ein in das Mark einer Nation wesentlich eingreifender Gegenstand zu betrachten sein, was indeß hier nicht weiter ausgeführt werden kann.

Heizung mit Wasser.

Die Heizungen der Wohnungen und anderer Localitäten mittelst in Kesseln oder anderen Apparaten erwärmten Wassers werden für die gleichförmige Erwärmung der Localitäten ganz denselben Grundsätzen folgen müssen, wie die Erwärmung der Luft durch die gewöhnlichen Oefen, und es besteht der Unterschied beider Heizmethoden nur in dem, daß der gewöhnliche Ofen seine von dem in demselben brennenden Feuer erhaltene Wärme unmittelbar an die ihn bestreichende Luft abgiebt, während bei der Warmwasserheizung das Feuer seine Wärme durch die Kesselwand zuerst dem Wasser, das Wasser aber dann durch eine zweite Röhren- oder Kesselwand der zu erwärmenden Luft mittheilt. Das erwärmende Wasser wird vom Erhitzungsapparate aus gewöhnlich in einer Röhrentour durch die zu heizenden Localitäten geführt und nach Absatz seiner Wärme wieder zur neuen Erwärmung in den erwähnten Erwärmungsapparat zurückgeleitet. Bei den ersten Einrichtungen dieser Heizmethode wurde es auf höchstens 100° Cent. erhitzt und durch das Local geleitet; man erhielt

dadurch natürlich für den wärmeabgebenden Körper, für die Röhrenfläche der Leitung nur eine Temperatur unter 100° Cent.; und diese erwärmende Fläche der Wasserröhren konnte wegen der geringen Temperaturdifferenz an die zu erwärmende Luft auch nur wenig Wärme im Verhältniß zur Fläche eines hocherhitzten Ofens abgeben und mußte, um doch zu genügen, sehr groß genommen werden. Um diesem Uebel zu begegnen und auch die Röhrenfläche bedeutend kleiner halten zu können, machte der der mechanischen Welt bekannte Perkins den Vorschlag, das Wasser im Erwärmungsapparate auf sehr hohe Hitzgrade zu bringen und dann durch die Localitäten zu leiten. Er erreichte dadurch wohl bedeutend kleinere Erwärmungsflächen, mußte dagegen aber eine Menge anderer Schwierigkeiten wegen sicheren Schlusses der Leitung überwinden und demnach einer möglichen Explosion ausgesetzt bleiben.

Es würde hier zu weit führen, diese von Vielen so hoch gepriesene Heizmethode ganz zu erläutern, und man begnügt sich hier, nur die wesentlichsten Punkte derselben zu berühren.

Die Annehmlichkeiten einer Warmwasserheizung, sowohl der alten als Perkin'schen Methode, bestehen darin, daß die 200° selten erreichende Temperatur des Wassers eine sanfte Erwärmung zuläßt, ohne daß der sich in der Luft befindliche Staub an den erwärmenden Oberflächen der Wasserleitung sich fangen könnte, und auch in dem Anhalten eines nässigen Wärmeabsatzes für die Zeit, wenn nicht geheizt wird, welcher letzte Umstand eine Warmwasserheizung in manchen Fällen sehr zweckmäßig zur Anwendung empfehlen dürfte.

Dagegen hat dieselbe aber eine große Menge Bedenken und Nachtheile, als:

Bei der gewöhnlichen Warmwasserheizung, wenn bedeutend höher liegende Localitäten, als der Erwärmungsapparat liegt, geheizt werden wollen, muß die Röhrentour, dieser Höhe proportional, sorgfältig wasserdicht luttirt werden, am höchsten Punkte ein Gefäß angebracht sein, in welches das Wasser hinaufkocht und von da aus erst durch jene Leitungen in den einzelnen Localitäten herum und zurück zur neuerlichen Erwärmung geführt wird.

Diese Heizungsmethode dürfte also wohl für Zwecke, welche keine bedeutenden Höhenunterschiede bedürfen, in vielen Fällen anwendbar sein.

Die durch das Perkins'sche Princip verbessert sein wollende Warmwasserheizung hat aber

a) nebst einer auf das 5- bis 8fache gesteigerten Sorgfalt für hermetischen Verschluß noch

b) die immerwährende, durch keine denkbaren Sicherheitsvorrichtungen ganz zu beseitigende Sorge wegen Röhrensprengung; und obgleich diese Sprengung bei geringem Röhrendurchmesser keine Explosion, die zerstörend wirken würde, veranlassen kann, so macht ein solches immer zu fürchtende Ereigniß doch sehr unangenehme Störungen, Kosten und oft große Nachtheile und Schaden an den Gegenständen der geheizten Localitäten, und man kann es zu den physischen Unmöglichkeiten zählen, eine solche hocherhitzte Wasserleitung hermetisch schließbar zu machen, weshalb die Luft in den Wohnzimmern bei dieser Heizmethode immer sehr feucht sein wird.

c) Kann diese Heizmethode wegen der unvermeidlichen Feuchtigkeit und wegen der vorkommenden Ueberschwemmungen einzelner Zimmer der Conservirung des Gebäudes wohl kaum zusagen.

d) Sieht man eben so leicht ein, daß die ganze Heizanlage die wohlfeilste nicht ist, und

e) ebenso wenig eine Oekonomie im Brennstoffverbrauche zuläßt, da die entwickelte Wärme erst durch drei Medien gehen muß, bis sie an das zu erwärmende Medium gelangt.

f) Erfordert diese Heizmethode wegen ihrer vielen nöthigen Sicherheitsvorrichtungen und bei großen, verschiedenartig gelegenen Localitäten wegen der zu den gegenseitigen Absperrungen nothwendigen Einrichtungen eine gespannte, von der Wissenschaft geleitete Aufmerksamkeit und Beobachtung.

g) Sind wegen Verstopfung in den vielen Krümmungen einer solchen Leitung auch wieder eine Menge für diesen Zweck passende Oeffnungen mit hermetischer Verschließung bedingt, und was endlich

h) die gleichförmige Erwärmung der Localitäten bezüglich der

wichtigen Circulation und Ventilation betrifft, so gehört es nicht zu den leichten Aufgaben bei ausgedehnten Leitungen nach allen Richtungen, diesen am Ende wichtigsten Zweck einer guten Heizung, so vollkommen zu erreichen, als man ihn sehr leicht bei der gewöhnlichen Luftheizung mit einem oder mehreren Oefen erreichen kann.

Außer diesen hier angeführten, für eine Warmwasserheizung nicht sprechenden Umständen hat man bei der Munipulation mit immerwährender Aufmerksamkeit auf die Vollhaltung der Leitung mit Wasser zu sehen, damit sich nicht an den höheren Stellen Dämpfe bilden, die einen Tumult in der Leitung verursachen, und selbst theilweise auch bei aller Vorsicht troß der Sicherheitsventile gefährlich werden, oder wenigstens den Bewohnern alle Augenblicke Schrecken einjagen.

Bei allen diesen der Warmwasserheizung nach der bisher üblichen Ausführungsart anklebenden Unannehmlichkeiten dürfte dieselbe doch für manche Zwecke im bürgerlichen und industriellen Leben anwendbar und selbst zweckmäßig anwendbar sein; z. B. in Räumen, die nur zeitweise geheizt werden dürfen und wo eine mäßige Wärme einige Stunden hindurch ohne beständiges Nachheizen erhalten werden soll, als Theater, Gesellschaftssäle, Kirchen, Versammlungsorte, Treibhäuser ɪc.; brächte man dabei noch die Aenderung an, daß die ganze Erwärmungsfläche, welche für eine größere Localität nöthig ist, in einen einzigen Apparat zusammengedrängt, an einem Orte (in einer Heizkammer) aufgestellt würde, wo die Luft aus den zu erwärmenden Räumen gerade so wie bei der gewöhnlichen Luftheizung den mit heißem Wasser gefüllten Apparat bespielen kann, so erhält man in dem erhitzten Wasser einen lange nachhältigen Erwärmungskörper, und man kann durch die Wassermasse sogar bestimmen, wie lange und wie intensiv die nachhaltige Wärme wirken soll; während man dabei das Unangenehme einer langen Leitung in den Wohnungslocalitäten selbst gänzlich vermeidet.

Beispiel einer Warmwasserheizung.

Nehmen wir die im vorhergehenden Beispiele vorausgesetzten Räumlichkeiten für die Heizung, dieselben oben angegebenen Bedingungen an:

Demnach sind auch hier per Minute 790 Kubikfuß Luft durch 16 Stunden von -5^0 auf $+18^0$ oder auf 23^0 C. zu bringen; nehmen wir die Perkins'sche Methode bei 150^0 Erwärmung des Wassers an und lassen das Wasser so schnell in den Röhren circuliren, daß dasselbe mit 120^0 wieder zur neuen Erwärmung in den Apparat zurückkehrt, so wird die mittlere Temperatur der Leitung $\frac{150 + 120}{2} = 135^0$; nach einmal hergestelltem Normalstande soll die zu erwärmende Luft, wenn dieselbe um 2^0 abgekühlt wieder an die Leitung tritt, noch 16^0 haben. Die Temperaturdifferenz also zwischen dem gebenden und nehmenden Medium wird $= (135 - 16) = 119^0$ sein. Bei dieser Differenz setzt eine gußeiserne Fläche von 1 □ Fuß per Minute aber 3,881 Wärmeeinheiten ab. — Wir haben bei obiger Berechnung gefunden, daß per Minute 323,416 Wärmeeinheiten abzugeben seien, wonach die gegenwärtige Heizfläche der Perkins'schen Warmwasserheizung nöthig haben wird $\frac{323,416}{3,881} = 83,4$ □ Fuß; für den Ofen fanden wir 37,6 □ Fuß, also die Flächen, welche rein zur Erwärmung der Luft dienen sollen, verhalten sich wie 1 : 221; für Perkins'sche Methode muß aber noch der Wasserheizungsapparat mit seinem besonderen Herd- und Ofenbau in Rechnung kommen. Dafür wissen wir, daß schmiedeeiserne Kessel an das in ihnen zu erwärmende Wasser bei einer Temperaturdifferenz von 250^0 C. per □ Fuß in der Minute 65,00 Einheiten absetzen.

Die Hitze eines gewöhnlichen Kesselsfeuers mit Steinkohlenfeuerung wird mit 560^0 C. angenommen; der Rauch muß hier, da das Wasser auf 150^0 erhitzt sein soll, wenigstens mit 170^0 abziehen, die mittlere Temperatur des die Fläche bespielenden

Feuers wird demnach $\frac{560 + 170}{2} = 365^{0}$ sein. Die Temperatur des zu erwärmenden Wassers im Kessel ist aber vermöge der Annahme, daß dasselbe mit 120^{0} zurückkehrt, gleich $\frac{150 + 120}{2}$ $= 135^{0}$; somit die in Rechnung zu bringende Differenz $=$ $365 - 135 = 230^{0}$.

Bei dieser Differenz setzt daher 1 □Fuß Kesselfläche per Minute an das Wasser ab 59,8 Wärmeeinheiten. Es sind aber für den reinen Nutzeffect abzusetzen 323,416 Wärmeeinheiten, woraus sich $\frac{323,416}{59,8} = 5,4$ □Fuß Erwärmungsfläche des Kessels ergeben.

Die in irgend einer Zeit nöthige Brennstoffmenge kann für den reinen Nutzeffect hier auch nicht größer sein als beim gewöhnlichen Ofen; die Verluste jedoch werden erst in Vergleich kommen, wenn wir die dritte Heizmethode durch Wasserdämpfe werden erläutert haben.

Heizung mit Wasserdämpfen.

Sowie die Heizung mit warmem Wasser ist im wesentlichen auch die Heizung mit Wasserdämpfen einzurichten uud eingerichtet; auch hier kann man mittelst Wasserdampf von gewöhnlicher Spannung unter dem Drucke einer Atmosphäre oder unter dem Drucke mehrerer Atmosphären, also mit höherer Temperatur als 100^{0} heizen. In ersterem Falle entweichen die allenfalls nicht abgekühlten Dämpfe aus den Leitungsröhren ungehindert in's Freie, und das aus den abgekühlten Dämpfen entstandene Wasser fließt in einer eigenen Rückleitung, manchmal auch in der Dampfleitung selbst, wieder in den Erwärmungsapparat zurück; im zweiten Falle, wenn mit Dämpfen von höherer Temperatur, also mit gespannten Dämpfen von mehr als einer Atmosphäre geheizt werden soll, muß die Dampfleitung geschlossen und zur Sicherheit mit Ventilen versehen werden, welche bei Ueberspannung den überflüssigen Dampf entweichen lassen; auch hier wird das Wasser wieder zum Apparate zurückfließen. Bei dieser

Rückführung des Wassers ist sowohl hier als im ersten Falle darauf vorsichtig zu sehen, daß dieses rückfließende Wasser dem aus dem Dampferzeugungsapparate durch die Erwärmungsleitung streichenden Dampfe kein Hinderniß werde.

Die Schnelligkeit, mit welcher Wasserdämpfe eine auch sehr lange Leitung durchströmen, macht es möglich, in der ganzen Leitung die Röhrenoberfläche in fast ganz gleicher, beliebig hoher Temperatur zu erhalten, so daß, wenn man mit auf 5 Atmosphären gespannten Dämpfen heizen will, man im Stande ist, auch bei der ausgedehntesten Leitung die der Spannung zugehörige Temperatur, hier also 153° Cent., zu halten. — Obgleich wegen Sicherheit vor Explosionen und wegen genügenden hermetischen Verschlusses der Dampfleitung hier ebenso alle jene Vorsichtsmaßregeln wie bei Wasserheizungen nach Perkins' Methode nothwendig werden, so fallen hier einige Vorrichtungen doch weg und andere sind leichter mit weniger Kosten und sicherer durchzuführen; als z. B. die Vorrichtungen zur Reinigung der Röhren und das willkürliche Absperren einzelner Localitäten von der Hauptleitung mittelst Seitenröhren und kleiner Hähne.

Die Berechnung der Erwärmungsfläche stützt sich übrigens ganz auf dieselben Größen wie bei den anderen zwei Arten, und wächst auch hier der Dampferzeugungsapparat gegen den gewöhnlichen Ofen noch hinzu, und wird, wenn Dampf mit hoher Spannung angewendet wird, die Temperaturdifferenz des wärmegebenden und wärmenehmenden Mediums etwas größer werden als bei dem stets sich auf einige Grade abkühlenden Wasser, so daß z. B. bei dem oben angeführten Beispiele mit einer Temperatur von 150° im Erzeugungsapparate auch die Leitung diese Temperatur durchaus gleich haben kann, und also zur Flächenberechnung die Differenz 150 — 16 = 133° statt obigen 119° sein wird, woraus dann die Erwärmungsfläche = 73 □ Fuß sich ergiebt.

Vergleichung der drei Heizmethoden.

Vergleicht man nun die drei Heizmethoden in technischer und ökonomischer Beziehung, so sieht man wohl, daß die Ausführung

der gewöhnlichen Oefen mit Mänteln im bürgerlichen Leben für einzelne Räume die bequemste und wohlfeilste ist, — die Ausführung einer Luftheizung für größere Localitäten, aus zusammenhängenden oder auch getrennten Räumen bestehend, dort die bequemste und wohlfeilste sein wird, wo man einen Ofen in eine abgesonderte Kammer bringt und die Leitungscanäle für warme und kalte Luft nach den Principien gehörig anordnet, welche Herr P. T. Meißner in seiner Abhandlung über diesen Gegenstand klar entwickelt und durch viele Beispiele erläutert hat.

Bei beiden Arten wird die Wärme den kürzesten Weg nehmen können, um an das zu erwärmende Medium zu gelangen. Die Wärmeverluste werden nur jene sein, welche unausweichlich wegen Abzug des Rauches oder der Verbrennungsproducte stattfinden müssen. Diese Verbrennungsproducte können aber bei dieser Heizmethode durch die genügende Oberfläche des Ofens so abgekühlt, d. h. ihre Wärme so benutzt werden, daß sie nur mit einer noch etwas höheren Temperatur als die Temperatur der erwärmten Zimmerluft oder eigentlich jener Luft zwischen Mantel und Ofen in den Rauchfang abziehen dürfen. Nimmt man die gewünschte Temperatur im Zimmer zu 18° C. an, so reicht man ganz gewiß für die sich immer neu erwärmende Luft zwischen Mantel und Ofen oder für die Luft einer Heizkammer, wo sie die Heizkammer wieder verläßt, mit 36° C. aus, um die genügende Strömung zu erreichen, und die Verbrennungsproducte können mit einer Temperatur von höchstens 40° bis 50° abziehen gemacht werden, wobei sich die unter den Verbrennungsproducten befindlichen Wasserdämpfe freilich an den Ofenwänden condensiren und durch die Construction des Ofens unschädlich gemacht werden müssen.

Sehen wir nun auf unser Beispiel: bei der Ofenheizung fanden wir für den reinen Nutzeffect per Stunde 5,4 Pfund Holz als nöthigen Brennstoff. Für den Vergleich müssen wir bei allen Methoden vollkommenes Verbrennen annehmen, und danach entwickeln 5,4 Pund sehr trockenes Holz mit 0,49 Kohlenstoff an abgehenden Verbrennungsproducten dem Gewichte nach:

a)	Kohlensäure	9,56	Pfund.
b)	Wasserdampf von verbranntem Hydrogengas	3,23	„
c)	Stickstoff aus der zugeführten atmosphärischen Luft	29,00	„
d)	Ueberflüssig mitgerissene Luft	9,66	„
	Summa der abziehenden Ofengase . .	51,45	Pfund.

Diese sämmtlichen Gase nehmen aber für einen Grad Temperaturerhöhung auf:

ad a) Kohlensäure.	$9{,}15 \times 0{,}221 =$	2,11276	Wärmeeinh.
ad b) Wasserdampf	$3{,}23 \times 0{,}847 =$	2,7368	„
ad c) Stickstoff . .	$29{,}00 \times 0{,}275 =$	7,975	„
ad d) atmsph. Luft	$9{,}66 \times 0{,}267 =$	2,5805	„
Summa der Wärmeeinheiten für $1^0 =$		15,4	Wärmeeinh.

und für 50^0 Temperaturerhöhung $50 \times 15{,}4 = 770$ Wärmeeinheiten. —

Per Stunde waren für den Nutzeffect nöthig $323{,}416 \times 60 = 19{,}405$ Wärmeeinheiten, wonach der Verlust an Wärme den 25sten Theil beträgt, welcher durch mehr Brennstoff ersetzt werden muß.

Bei Warmwasserheizung haben wir für reinen Nutzeffect denselben Brennstoff nachgewiesen, hingegen die Verbrennungsproducte zogen (bei Perkins'schem Princip) mit 170^0 Temperatur ab, und consumiren daher per Stunde $15{,}4 \times 170 = 2618$ Wärmeeinheiten, also ein 3,4facher Verlust gegen die Ofenheizung.

Zu diesem Verluste kommt aber noch die Ausstrahlung des Ofens während der ganzen Heizzeit, die Erwärmung des Ofens bis zur Feuertemperatur und die Ausstrahlung des Kessels, in welchem das Wasser erwärmt wird. Nehmen wir die Ofenmasse von sehr schlechter Wärmecapacität, von Thon mit specifischer Wärme = 0,263 (diese specifische Wärme ist noch nirgends genau bestimmt und hier nur aus einigen Versuchen über Abkühlung verschiedener Körper nach Herrn Professor Heeren abgeleitet); die vom Feuer bespielte innere Ofenfläche der obigen Erwärmungsfläche des Kessels von 3,4 □Fuß proportional mit 12 □Fuß und die Dicke der Wände nur 1', so haben wir 12 Kubikfuß Ofenmasse auf nahe 560^0 zu erwärmen; ist das specifische

Gewicht der Masse gleich 2,00, so giebt dies 1353,6 Pfund mit der Capacität von 0,263 auf 560°, an Wärmeeinheiten $= 1352 \times 0,263 \times 560 = 199360$ Wärmeeinheiten; wenn täglich frisch geheizt würde, wären zur Ofenerwärmung 60 Pfd. Holz nöthig. Bei immerwährender Heizung ist jedoch nur die beständige Ausstrahlung des Ofens an die umgebende Luft zu rechnen und diese wird für 1 □Fuß äußere Oberfläche nach den Erfahrungen über Abkühlung von 1 bis $1^1/_2{}'$ Dicke 0,0019 Kubikfuß Luft von der inneren auf die äußere Temperatur herabbringen. Die innere Fläche war 12 □Fuß, also $0,0019 \times 12 = 0,0228$ Kubikfuß werden von 560° auf —5° oder um 565° in der Minute abgekühlt; daher per Minute

$$\frac{0,0228}{15} \times 0,276 \times 565 = 3,44 \text{ Wärmeeinheiten}$$

also per Stunde $3,44 \times 60 = 206,4$ Wärmeeinheiten durch Wärmeausstrahlung verloren gehen.

Kann man übrigens diese Heizapparate sowie die mit Damfheizung in Räume setzen, die auch beheizt werden sollen, so ist der letzte Wärmeverlust wohl nicht in Rechnung zu bringen, und bleibt nur jener als beachtenswerth zu rechnen, der mit den erhitzten Verbrennungsproducten nothwendig abgehen muß.

Wenn zwischen gewöhnlicher Ofenheizung mit Mantel oder Heizkammer und der Warmwasserheizung (was auch für die Dampfheizung gilt) gerade keine so außerordentliche Differenz an Brennstoffaufwand hervortritt (wenn jede Art der Heizung mit Verstand und Vorsicht angelegt ist), so tritt eine um so größere Differenz bezüglich der Anlagskosten heraus, und eine noch viel größere, wenn man auch die Unbequemlichkeiten vergleicht, wobei ohne viele Beweise die Heizung mit Wasser nach Perkins' Princip die unvortheilhafteste und theuerste bleibt.

Die Heizung mittelst Wasserdämpfen hat aber einige im industriellen Leben so wichtige Vortheile selbst gegen die einfache Luftheizung, daß sie in vielen Fällen trotz Wärmeverlust und Sicherheitsmaßregeln und Kosten doch die zweckmäßigste und auch wohlfeilste wird. Dieser Fall tritt ein, wenn nämlich die Wasserdämpfe vor ihrer Verwendung zur Heizung als mechanische

Kraft benutzt werden, denn dann kostet der Brennstoff für die Heizung nichts und man hat lediglich die Röhrenführungen oder auch an fixen Punkten stehende Apparate herzustellen. Für gute gleichmäßige Erwärmungen von Wohnlocalitäten und anderen Räumen müssen aber auch sorgfältig die Principien im Auge behalten werden, auf welche sich im allgemeinen die Meißner'sche Luftheizung stützt.

Es wird hier schließlich noch am Orte sein, einige Klagen über die Luftheizung zu erwähnen, die so häufig gemacht und dieser vollkommensten aller Heizmethoden fast allgemein zur Last gelegt werden.

1) Der Vorwurf zu trockener Luft.

Es mag in einem Zimmer, dessen Luft durch eine gegebene Zeit überall in gleichförmiger Temperatur erhalten werden soll, die dazu nöthige Wärme hergenommen werden, woher man will und kann, so muß immer in gleicher Zeit auch die gleiche Trokkenheit der Luft entstehen, wenn die Wärme überhaupt Trockenheit in diesem Falle erzeugen könnte.

Es kann daher die Erwärmung nach Meißner'scher Methode wohl keine größere Trockenheit der Luft erzeugen als jede andere; denn die eigentliche Erwärmung der Luft geschieht ja ganz genau auf dieselbe Weise, wie bei jeder andern Ofen-, Dampf- oder Wasserheizung. Da aber die Meißner'sche Methode die Luft im Zimmer von der Decke bis zum Fußboden in gleiche Temperatur bringt, so wird freilich auch der Fußboden bei dieser Heizart warm, was für die gewöhnliche Ofen-, Dampf- und Wasserheizung eine reine Unmöglichkeit ist.

2) Der Vorwurf des Staubes.

Wird beim gewöhnlichen Ofen der Staub nicht abgewischt und oft zu jäh und stark geheizt, so fühlt auch hier die Nase und mehr noch die Lunge den versengten Staub. Die Meißner'sche Methode hat freilich den Nachtheil, daß durch sie aller im zu heizenden Raume befindliche Staub bis zum Fußboden herab in die Heizkammer mitgerissen und von da auch in jenen Fällen, wenn zu stark geheizt ist und die Luftcanäle zu eng angelegt sind, in die Wohnzimmer geführt wird, was aber, wenn

regelmäßig geheizt und die Warmluftcanäle gehörig angeordnet sind, gerade das Gegentheil bewirkt und die Heizkammern den Staub sammeln, wo er dann nur von Zeit zu Zeit weggeräumt werden darf. Ueberdies gewährt aber die bei jeder größeren Heizanlage nothwendig einzurichtende Ventilation bei der Meißner'schen Heizung noch den Vortheil, nach Belieben ganz frische, freie Luft in die Wohnung bringen und den Staub der geheizten Räume gänzlich wegschaffen zu können, wenn man während der Zimmerreinigung den Kaltluftcanal aus dem Zimmer zur Heizkammer sperrt und den Ventilationsschieber öffnet, durch welchen letzteren dann aller Staub in kurzer Zeit mitgerissen wird, welcher Vortheil dort am wichtigsten ist, wo man ohnehin einen beständigen Luftwechsel (bei Krankensälen, Tanz- oder anderen Versammlungslocalitäten) wünschen und einleiten muß. — Alle diese Vorsichtsmaßregeln wegen Staub und Trockenheit sind aber bei jeder Heizungsart und in gleichem Grade nöthig.

Man dürfte aus dem Gesagten wohl zur Ueberzeugung kommen, daß die Heizungen im allgemeinen sowohl im bürgerlichen als industriellen Leben keine so leicht hinzunehmende Sache seien, und daß Aufklärung in diesen Angelegenheiten dem Staate unberechenbare Vortheile bieten werde, sowie es ebenso klar sein wird, daß der Gegenstand genau wissenschaftlich beleuchtet werden muß und beleuchtet werden kann, und daß weder reine Theorien noch empirische Erfahrungen vereinzelt dem Ziele näher bringen können, sondern daß nur beide vereint erfolgreich wirken werden.

Von dem Rauchen der Kamine oder Essen und dessen Abhülfe.

Man kann in Wahrheit sagen, daß eine rauchende Esse zu den größten häuslichen Unannehmlichkeiten gehört. Diese Behauptung ist um so wahrer, da mit wenigen Ausnahmen fast gar keine gründliche Abhülfe des Uebels möglich ist. Diese Abhülfe ist um so unmöglicher, wenn sie durch Mittel bewirkt werden soll, die weit entfernt sind, auf die Ursache des Uebels zurückzugehen und die allen Grundsätzen der Feuerungskunde

zuwiderlaufen; Mittel, die man nur als Kunststückchen von Schwindlern ansehen muß. Der Grund dieser Erscheinung liegt im wesentlichen darin, daß es bis jetzt die Wissenschaftsmänner unter ihrer Würde gehalten haben, sich mit einem solchen anfänglich geringfügig scheinenden Gegenstande zu beschäftigen. Neuerlich ist dies anders geworden; Physiker und Techniker haben die Ursache rauchender Essen einer näheren Betrachtung für werth befunden, und wir haben dadurch mache wesentliche Mittel zur Abhülfe kennen gelernt, von denen wir die besten und nützlichsten unsern Lesern mittheilen wollen.

Ein Hauptgrundsatz für die Wirksamkeit aller Essen ist folgender: — Erwärmte Luft kann nicht mit hinreichender Kraft in einer Esse emporsteigen und Gegenströmungen überwinden, wenn nicht darunter, d. h. an der Feuerstelle, eine gehörige Menge frischer und dichter Luft dieses Aufwärtsströmen bewirkt. Dieser Satz steht, durch Theorie und durch Erfahrung begründet, unumstößlich fest.

Werden Kamine und Oefen sowie auch die Essen nach der Regel construirt, die wir in dem Vorhergehenden klar und bündig auseinandergesetzt haben, versieht man die Feuerungen mit einer gehörigen Menge frischer Luft, so wird keine Esse rauchen. Wenn dagegen Feuerstellen und Essen noch so gut eingerichtet sind, und es fehlt an frischer Luft, so werden sie dennoch rauchen. Dieser Satz ist so unumstößlich wahr, daß, wenn irgendwo eine Esse raucht, Mangel an frischer Luft von unten her, um Gegenströme zu vermeiden, die natürliche Ursache sein muß. In manchen Fällen ist ja die Oeffnung einer Thür oder eines Fensters hinlänglich, um den natürlichen Zug wieder herzustellen und um das Eindringen des Rauchs in die bewohnten Räume abzustellen. Manche Essen rauchen dadurch, daß einem der in dieselben ausmündenden Oefen der gehörige Zug fehlt, während dies nicht der Fall ist, wenn in anderen gehörig ventilirten Oefen, die derselben Esse angehören, gefeuert wird. Große Küchen mit vielen Feuerungen, die nicht mit der gehörigen Luftmenge versehen sind und in deren Schornsteine häufig noch Zimmeröfen einmünden, veranlassen sehr häufig Rauch in den Zimmern, den

man durch Oeffnen der Thür oder eines Fensters sehr leicht fortschaffen kann. Ein Salon, der mit zwei Kaminen versehen ist, kann sehr leicht rauchen, wenn der Rost des einen nicht genau so groß ist als der des andern, indem alsdann der kleinere Rost der Wirkung des größeren nicht gleich steht und der Rauch in das Zimmer dringt. Führt man beiden eine gehörige Luftmenge zu, so hört das Rauchen sofort auf.

Die Luftströmung in einem rauchigen Raume kann auf folgende Weise bestimmt werden. Man nimmt eine kleine brennende Wachskerze oder ein Stückchen dunkelfarbiges Papier, das viel Rauch ausstößt, und hält es ruhig in verschiedenen Richtungen, worauf die Richtung der Flamme auch bald die Richtung des Zuges angeben wird. Geht nun diese Richtung nach einem stärkeren Feuer in einem andern Zimmer, so kann man folgern, daß die Luft in jenes Zimmer strömt und auf diese Weise der Rauch in dem ersteren veranlaßt wird. Man muß daher den Zug zwischen beiden Zimmern abschließen und jedem die gehörige Luftmenge zuführen. Bei jedem Zimmer in irgend einem Hause ist das folgende Verfahren anzuempfehlen, mag nun dasselbe aus irgend einer Ursache rauchen: — Man führe aus der freien Luft eine Röhre, die nach der Größe des Zimmers und des Rostes verschieden weit sein, jedoch auch für das kleinste Schlafzimmer wenigstens 2″ im Durchmesser haben muß, unter den Fußboden, unmittelbar unter den Rost, bedecke die Oeffnung mit einem Gitter, damit keine Asche hineinfallen kann, und versehe die Röhre auch mit einem Ventil, um das Zuströmen der Luft reguliren zu können. Man wird durch Vorrichtungen dieser Art den Zweck, das Rauchen eines Zimmers zu verhindern, stets erreichen.

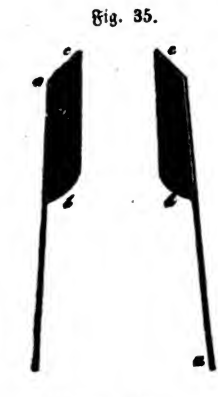
Luftcanäle dieser Art haben aber auch noch einen andern wichtigen Zweck, der hier durchaus berücksichtigt werden muß, indem sie das Zimmer frei von Zug machen, der sonst so gewöhnlich zwischen Thüren, Fenstern und der Feuerstelle stattfindet. Am zweckmäßigsten ist es, wenn die Röhre an der vordern Seite des Aschenfalles ausmündet.

Essen mit einer weitern Oeffnung oder gleich weit ihrer

ganzen Höhe nach sind leicht zum Rauchen geneigt. In solchen Fällen steigt die Luft oft auf der Seite empor; während ein Strom frischer Luft auf der andern wieder herabgeht, wodurch die warme Luft sehr abgekühlt wird und nur langsam aufsteigt. Solche Essen rauchen sehr häufig bei starkem Winde. Hat der Ofen Zug genug, so wird dadurch das Rauchen am wirksamsten verhindert; dazu ist es auch wesentliche Bedingung, daß die Rauchröhre nicht weiter als nothwendig ist. Wir haben vorher mehrere Regeln zur Bestimmung der Weite von Essen mitgetheilt, die auch zweckmäßig sind, wenn weite Kamine in einem gehörigen Grade verengt werden sollen. Manche Praktiker finden es für zweckmäßig, den Kaminquerschnitt in der Nähe des Ofens und da, wo die Rauchröhre hineingeht, zu verengen. Andere dagegen verengen die Esse an ihrem oberen Ende, wodurch man, wie schon erwähnt, die gute Wirkung erlangt, daß der Zug an Geschwindigkeit zunimmt, und gerade an dem Punkte, wo es wegen der verminderten Temperatur am nothwendigsten ist. Ohne allen Zweifel sind die engen oder sogenannten russischen Schornsteine, 8 bis 10 □ Zoll weit, die ihrer ganzen Höhe nach gleiche Weite haben und gewöhnlich nur den Rauch aus einem oder mehreren Oefen eines Stockwerks aufnehmen, die zweckmäßigsten. Sie gewähren außerdem noch den Vortheil, daß sie wenig Platz einnehmen und in den Wänden angebracht werden können; das Rauchen der Zimmer wird dadurch unbedingt verhindert.

Bei weiten Schornsteinen, wo sie einmal vorhanden sind, ist das Verengen in der Nähe der Feuerstellen ein durchaus gutes Mittel, indem dadurch Strömungen und Wirbel vermieden werden, die Geschwindigkeit aber vermehrt wird. Jedoch muß das obere Ende des Schornsteins ebenfalls zusammengezogen werden. Nachdem man nun die Weite nach der oben angegebenen Regel bestimmt hat, giebt man dem obersten Ende die in Figur 35

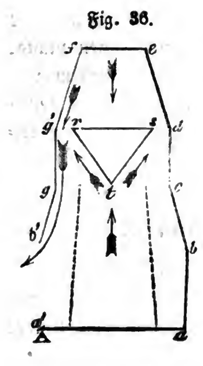
Fig. 35.



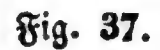
dargestellte Form: aa ist der über das Dach hervortretende Schornsteinkasten; bb der eiserne, verengte Theil, der nach unten zu bei dd rund und der obere Theil bei cc scharf abläuft, wodurch der Uebergang der Winde erleichtert wird. Die Theile bb können auch sehr vortheilhaft aus römischem Cement angefertigt werden, indem derselbe den Nutzen einer schlechten Wärmeleitung gewährt, welches beim Eisen nicht der Fall ist, oder es müßten denn die Zwischenräume bei bb mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllt sein.

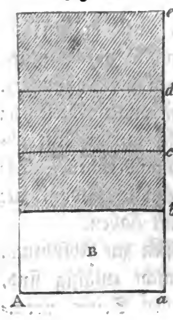
Manche Essen haben bei ruhigem Wetter und bei gewissen Winden einen sehr guten Zug, bei manchen eigenthümlichen Winden aber, mögen sie nun stark oder mäßig sein, rauchen sie oft recht unangenehm. Da der Rauch in diesen Fällen dadurch veranlaßt wird, daß der Wind entweder gegen ein höheres Gebäude oder einen höheren Gegenstand stößt, oder wegen anderer localer Eigenthümlichkeiten die Oeffnung trifft, so ist es nothwendig, den Schornsteinkasten an der Außenseite mit Hauben zu versehen. Dadurch verhindert man nämlich die in der Esse niederfallenden Ströme, welche den aufsteigenden Rauch zurückdrängen und sowohl Zimmer als Küchen mit Rauch erfüllen. Diese Hauben sind entweder beweglich und so eingerichtet, daß sich die Oeffnung durch den Wind selbst von der Windseite abwendet, oder sie sind feststehend und die Oeffnung so vorgerichtet, daß der Wind nie einfallen kann. Diese letztere Art der Kappen und Hauben hat den Vorzug vor den beweglichen, die sehr leicht in Unordnung kommen und sich abnutzen. Unter den vielen Vorrichtungen dieser Art wollen wir eine erwägen, die in Figur 36 im Seitenaufriß dargestellt und in England neuerlich sehr häufig angewendet worden ist. Man schneide aus einer Blechtafel ein Stück aus, welches die in Figur 36 angegebene Form hat. Die Dimensionen sind nach der Größe des Schornstein-

Fig. 36.



kastens verschieden, jedoch sind die folgenden Dimensionen sehr zweckmäßig. Wenn die Grundlinie Aa 14″ lang ist, so nehme man ab = 8″, bc = 6″ und ed auch 6″; die Breite von cg, dg′ mache man 11″ breit, de 8″ und ef gleich der Oeffnung der Esse, wie sie durch die obige Regel bestimmt worden ist. Der gewöhnliche aus Ziegelsteinen bestehende Schornstein- oder Essenkasten ist durch die punktirte Linie bezeichnet; in derselben Höhe und in gleicher Linie mit dg′ ziehe man die Basis eines gleichschenklichen Dreiecks rs, und zwar 2″ länger als die Essenmündung t. Die Schenkel rt und st müssen bis zur Mündung der Esse gehen und in gleicher Linie mit derselben liegen. Dieses Dreieck haue man mit einem Meißel heraus, so daß eine dreieckige Oeffnung entsteht, die sich auf der entgegengesetzten Seite genau wiederholt. In den inneren drei Seiten werden drei Blechstücke festgenietet, so daß sie die beiden entgegengesetzten Oeffnungen mit einander verbinden, während der Theil a′b′ offen bleibt; rst bildet ein offenes dreiseitiges Prisma. Die Pfeile auf Figur 36 zeigen, mit welcher Leichtigkeit der Rauch entweichen kann und wie schwierig es für den Wind ist, in die Essenöffnung einzudringen, mag er herkommen, von welcher Seite er will. Figur 37 ist eine Seitenansicht der Haube und B ist der offene Theil, der ganz unbedeckt bleibt. Uebrigens ist die Figur mit denselben Buchstaben bezeichnet als die vorhergehende.


Fig. 37.



Wenn eine Esse nur bei gewissen starken Winden raucht, so schützt eine Haube wie die beschriebene in gewisser Hinsicht auch; allein wenn die Esse keinen gehörigen Zug hat, den man nur dadurch erreichen kann, daß man

den Feuerstellen eine gehörige Quantität frische Luft zuführt, so helfen alle diese Vorrichtungen an dem Schornsteinkasten nichts. Ist daher eine Esse noch so gut construirt, ist sie mit allem versehen, was zu ihr gehört, so hat sie doch nur dann zu allen Zeiten und unter allen Umständen einen guten Zug, wenn ihre Feuerstellen gehörige frische Luft erhalten.

Wiederholende Bemerkungen.

Bei der Ventilirung öffentlicher Gebäude müssen wir wohl berücksichtigen, daß halbe Maßregeln zu gar nichts führen. Die Ableitung der unreinen Luft ohne Herbeiführung von frischer oder umgekehrt bewirken durchaus keine Lüftung. Um die ganzen Vortheile der mitgetheilten und erläuterten Pläne zu erlangen, ist es durchaus nothwendig, daß die Canäle zur Einführung der frischen und die zur Abführung der unreinen Luft zusammenwirken.

Wenn die Luft am unteren Theil der Wände eines Gebäudes unrein ist, oder leicht mit Staub oder andern Materien verunreinigt werden kann, so müssen die Canäle zur Herbeiführung der frischen Luft im Innern der Wände angebracht sein. Alle Oeffnungen zum Einströmen der frischen Luft, mögen sie nun sein wo sie wollen, müssen an ihren Mündungen mit Gittern oder Siebböden, sowie auch mit Ventilen versehen sein, um das Einströmen der Luft reguliren zu können.

Die Canäle zur Ableitung der unreinen Luft müssen am höchsten Punkt der Decke angebracht und ebenfalls mit Ventilen versehen sein. Wo es erforderlich ist, muß man die Oeffnungen zur Abführung der unreinen Luft mit Verzierungen versehen; auch müssen die Röhren oder Essen, welche die unreine Luft abführen, bis über den Forst der Gebäude hinausreichen. Die Emporkirchen müssen besondere Ventilirungscanäle sowohl zur Herbeiführung als auch zur Abführung der Luft haben.

In Theatern, Hospitälern rc., wo weite Essen zur Abführung der unreinen Luft in der Mitte der Decken nicht zulässig sind, ist es erforderlich, verschiedene derselben an den Seiten vorzu-

richten, und zwar auf die im zweiten Capitel näher angegebene Weise so nahe als möglich an der Decke.

Bei der Ventilirung von Wohnzimmern sind Oeffnungen zum Einströmen der frischen Luft und zum Ausströmen der unreinen gleich nothwendig. Die Art und Weise, wie dies nach verschiedenen Systemen eingerichtet werden kann, ist an verschiedenen Stellen des dritten Capitels näher nachgewiesen. Einem gegen die dort beschriebenen, in die Esse eintretenden Röhren zu machenden Einwurf, daß dieselben beim Fegen der Essen hinderlich seien, läßt sich dadurch begegnen, daß man den vortretenden Theil der Röhre mit der Kappe zum Abnehmen einrichtet. Auch läßt sich dies durch die Vorrichtung einer Röhre vermeiden, die man von der Oeffnung in der Wand dicht an derselben 12 bis 18″ in die Höhe führt und sie dort mit einer Kappe versieht, daß kein Ruß hineinfallen kann. Diese Vorrichtung, die große Aehnlichkeit mit einem Heber hat, ist sehr wirksam, hauptsächlich wenn Feuer in dem Ofen oder Kamin ist.

Die Figuren 38 und 39 zeigen eine Ventilatorvorrichtung dieser Art, die in England mit dem besten Erfolg angewendet wird. Wenn das Kamin oder der Ofen gut ventilirt sind, so ist diese Vorrichtung ebenso einfach als elegant und so gut, wie man sie nur für Wohnzimmer finden kann, ja sie ist unseres Erachtens nach die beste von allen denen, die wir in dem vorliegenden Büchlein betrachtet haben. Es ist bei ihrer Einrichtung nur dahin zu sehen, daß das Niederdrücken des Rauchs in den Schornstein und sein Eindringen in die Zimmer vermieden wird.

Man bringt in der Zimmerwand, in der Nähe der Decke eine Oeffnung b, Fig. 38, an, die mit der Esse ff in Verbindung steht. In diese Oeffnung wird ein Trichter von Eisen- oder Weißblech eingeführt, der die in den Figuren angedeutete Gestalt hat. Am weiten Durchmesser des Ventilators im Innern des Zimmers ist ein Deckel angebracht, der an der einen Seite bei g an ein Charnier aufgehängt und auf der entgegengesetzten Seite bei h mit einem kleinen Riegel verschlossen ist. Er muß so dicht als möglich anschließen. Ein Theil von dem Deckel d bleibt undurchlöchert, und es muß derselbe ebenso groß oder besser noch etwas größer

Fig. 38.

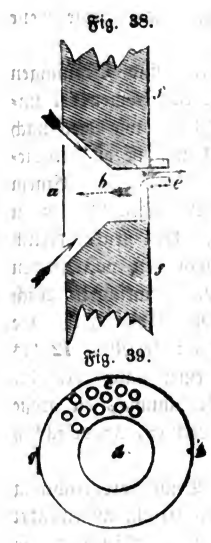


Fig. 39.

als der Durchmesser der Ventilatorröhre b sein. Der andere Theil des Deckels, welcher den Raum innerhalb der beiden concentrischen Ringe bedeckt, ist mit kleinen runden Löchern, wie man sie bei c sieht, versehen. Die Oberfläche dieser verschiedenen Löcher muß gleich der von b sein. Ein Blick auf die Figur 38 wird die Wirksamkeit des Ventilators sofort erläutern. Der aufsteigende Luftstrom in der Esse erhält eine ununterbrochene Luftströmung in dem Zimmer mittelst der Oeffnungen cc. Wird nun eine niederwärts gehende Strömung veranlaßt, so wird der Rauch, der die Röhre b entlang geht, gegen den festen Teil des Deckels d getrieben. So lange der Gegenstrom nicht sehr lange währt, wird der Rauch mittelst der Strömungen durch die Oeffnungen c in die Esse getrieben. Kann man bei e einen Gasbrenner anbringen, so wird dadurch der Zug wesentlich verstärkt, und dies ist besonders im Sommer, wenn keine Ofen- oder Kaminheizung stattfindet, der Fall. Ueberhaupt ist der durch Feuer veranlaßte Zug ein sehr wesentliches Mittel zur Beförderung der Ventilation, welches in den meisten Fällen gar nicht entbehrt werden kann.

Bei der Ventilirung des Geleuchts in den Zimmern muß bemerkt werden, daß die Röhren, welche die Producte aufwärts führen, am besten wirken, wenn die Theile über der Flamme glocken- oder trichterförmig gestaltet sind. Röhren zur Abführung der durch die Lichter verdorbenen Luft, die überall oder fast überall gleichen Durchmesser haben und nicht trichterförmig sind, haben gar keine oder nur eine geringe Wirksamkeit, wie ein Jeder begreifen kann, der mit den Grundsätzen der Hydraulik nur im geringsten vertraut ist, indem Wasser- und Luftströmungen fast gänzlich gleichen Gesetzen folgen. Der trichterförmige Theil muß wenigstens die doppelte Größe von der der Flamme oder der

verschiedenen Flammen haben. Wenn die Röhren die Producte der Verbrennung sogleich aufwärts führen können, so ist der durch die Lichter erzeugte erhitzte Luftstrom ein mächtiges Mittel zur Ventilirung. Sehr wirksam sind doppelte Röhren, indem durch die innere zunächst nur die Producte der Verbrennung, durch die äußere ringförmige aber die Luft aus dem Zimmer abgeführt wird; jedoch müssen beide Röhren ebenfalls trichterförmig sein. Auch dann, wenn die Luft durch Röhren in den Seitenwänden abgeführt wird, ist es gut, erwärmte Luft zu Hülfe zu nehmen, indem nur dadurch eine recht wirksame Ventilirung bewerkstelligt werden kann.

Bei der Ventilirung landwirthschaftlicher Räume muß dahin gesehen werden, daß eine große Menge frischer Luft zugeführt wird; und bei der Einrichtung von Trockenhäusern ist ein besonderer Heizapparat ein nothwendiges Erforderniß.

Bei der Erwärmung von Zimmern muß man alle Oefen vermeiden, die eine zu starke Hitze entwickeln und die Luft verbrennen. Warmwasserheizung ist die wohlfeilste und wirksamste, auch gesündeste, da sie die Luft nicht zu sehr austrocknet und eine sehr gleichmäßige Temperatur erhält. Nur ist sie in unsern kälteren Gegenden, sobald die äußere Temperatur —15 bis 18° C. übersteigt, nicht zweckmäßig, weil alsdann die Zimmertemperatur zu gering bleibt, um sie für den menschlichen Körper anwendbar zu machen.

Bei rauchenden Essen ist gewöhnlich eine mangelhafte Luftzuführung in die Zimmer eine Hauptursache, indem alsdann die Producte der Verbrennung nicht schnell genug abgeführt werden können. Fast überall sind die Essen zu weit; sind sie aber zu eng, so ist das einzige Mittel, wenn man sie nicht umbauen will, den Zug zu verlängern, welches jedoch stets mit Ziegelsteinen oder auch mit Bruchsteinen, nie aber mit blechernen oder gußeisernen Röhren geschehen muß. Letztere sind zu gute Wärmeleiter und kühlen die warme Luft zu rasch ab. Hat man aber wesentliche Gründe, um nur eiserne oder blecherne Röhren anzuwenden, so muß man sie doppelt machen, so daß zwischen beiden eine Luftschicht bleibt, oder man sie mit Kalk, Sand,

Pferdehaaren oder Knochenkohle ausfüllt. Ueberhaupt müssen wir hier bemerken, daß die Einrichtung von Feuerungen und Essen eine sehr große Umsicht und Sorgfalt erfordert, und daß ohnerachtet unserer weit vorgeschrittenen technischen Kenntnisse gerade in dieser Art des Hausbaues noch die größten Fehler gemacht werden. Rauchende Essen gehören zu den unangenehmsten Dingen der Häuslichkeit; ihre Vermeidung und Abhülfe gehören zu den Gegenständen der größten Sorgfalt bei dem Hausbau.

Anhang.

Ventilirung der Segelschiffe, Dampfschiffe und Eisenbahnwagen; Heizung der letzteren.

Die Luftmenge, welche im allgemeinen den Cajüten und den Schlafräumen auf Segelschiffen und Dampfböten zugeführt wird, ist außerordentlich mangelhaft. Es ist dies besonders bei Dampfböten augenscheinlich. Die von den Maschinen erwärmte, nach der Maschinenschmiere und dem Schlagwasser sehr übel riechende Luft verschlimmert den schon ohnehin unangenehmen Zustand der in den Cajüten eingeschlossenen Passagiere, von denen wenigstens viele an der Seekrankheit leiden, die durch die unreine Luft ganz bedeutend gesteigert wird. Da jede Seereise ohnehin so viele Unannehmlichkeiten hat, so ist es um so nöthiger, die durch eine schlechte Lüftung veranlaßten möglichst zu vermeiden.

Die meisten Dampfböte, die kürzere oder längere Reisen machen, sind mit sehr schlechten Ventilirungsvorrichtungen versehen. Die Cajüten, mit Ausnahme der am Spiegel des Schiffes befindlichen, erhalten ein spärliches Licht durch auf dem Verdeck angebrachte sehr starke und matte Glasscheiben, die aber nur bei sehr ruhigem und gutem Wetter, kaum aber einmal dann geöffnet werden können, wenn es erforderlich ist. Bei stürmischem Wetter müssen daher die Passagiere in einer sehr schlechten Atmosphäre zubringen, welche ihre Leiden bedeutend erhöhen, in vielen Fällen Krankheit, ja ein tödtliches Ende derselben herbeiführen muß. Sich auf dem Deck erholen zu wollen, geht bei Stürmen auch nicht, und so ist denn der Aufenthalt in den

häufig auf das prachtvollste decorirten Cajüten ein schrecklicher, und man hat in vielen Fällen nie daran gedacht, diese menschlichen Wohnungen mit frischer Luft zu versehen. Das Gesagte trifft auch, und oft in noch höherem Maße, das sogenannte Zwischendeck, wo Passagiere geringerer Klassen sich aufhalten, sowie auch die Schlafplätze für die Schiffsmannschaft.

Es ist bemerkenswerth, daß Schiffseigenthümer und Schiffsbauer so wenig auf den wichtigen Gegenstand der Ventilirung der Schiffe aufmerksam gewesen sind, und es scheint daher hier am rechten Orte zu sein, einiges darüber zu bemerken.

Um den Schlafräumen und Cajüten Luft zuzuführen, entsteht eine sehr große Schwierigkeit darin, daß es an hinlänglich großen Oeffnungen fehlt, durch welche die frische Luft einströmen kann. Im allgemeinen erfolgt dieses Einströmen nur durch Treppenluken. Wenn dieselben geöffnet sind, so fällt auf der einen Seite ein Strom frischer Luft ein, während auf der entgegengesetzten Seite ein Strom unreiner Luft auszieht. Die Wirkung der Treppenluken ist aber durchaus nicht constant, hängt von zu vielen Umständen ab, und bei stürmischem Wetter müssen sie verschlossen werden. Luftcanäle können wegen des wenigen Raumes, über den man am Bord eines Schiffes zu disponiren vermag, nur in sehr wenigen Fällen vorgerichtet werden, und es ist daher nothwendig, mechanische Mittel oder die Wärme zur Ventilirung anzuwenden.

Bei der Vorrichtung von Luftcanälen, und wenn diese und eine natürliche Ventilirung angewendet werden können, muß man dahin sehen, daß jeder Raum, jede Cajüte für sich ventilirt werde, damit sich die äußere frische Luft nicht mit der verbrauchten eines Raumes vermenge und einem andern Raume zugeführt werde. Führt man den Cajüten, Backs, Coyen 2c. frische Luft zu, so muß sie 8 bis 12″ an der vorderen Seite über dem Boden in schmalen Oeffnungen aufgefangen werden; statt der langen Schlitze kann man auch mehrere runde Löcher von ½″ Diam. in die Cajütenwand einbohren. Zur Ableitung der unreinen Luft ist es am bequemsten und einfachsten, in dem Deck eine Oeffnung anzubringen, die mit einer Glasscheibe oder

bei ruhigem Wetter nur mit einem Gitterwerk bedeckt ist. Auch könnte diese Abführung der unreinen Luft durch Oeffnungen an der Seite bewerkstelligt werden, die so angebracht sind, daß weder Regen noch Wind eindringen kann. Um die Oeffnungen in der Decke gehörig anbringen zu können, muß man an Orten, wo sie wenig hinderlich sind, kleine Aufsätze darüber befestigen, die eine solche Einrichtung erhalten müssen, daß eine gewöhnliche Sturzwelle kein Wasser in die Cajüte bringt. Nun ist es aber auch einleuchtend, daß man mittelst ähnlicher Aufsätze auch vom Deck aus Röhren abwärts führen kann, indem man von gehörig angebrachten Oeffnungen weißblecherne Röhren bis unter den Boden der Cajüte gehen und dort die frische Luft durch Oeffnungen in derselben ausströmen läßt. Die Oeffnungen zur Einführung frischer Luft können auch an den Seiten der Ständer oder Bäume des Bollwerks am Deck angebracht werden. Diese Einrichtung ist frei von jedem Hinderniß und gegen gewöhnliche Sturzwellen ebenfalls gesichert. Da aber in dieser Beziehung die Einrichtung der Schiffe eine sehr verschiedenartige ist, so lassen sich hier auch keine speciellen Einrichtungen mittheilen. Wenn jedoch die Schiffsbaumeister die hier skizzirten Grundsätze der Ventilirung gehörig aufgefaßt haben, werden sie auch in allen Fällen im Stande sein, sie ohne Schwierigkeiten auszuführen. Um die unreine Luft besonders aus den Schlafcoyen und Backs auszuziehen, kann man sich des weiter oben in dem Werk beschriebenen Heberprincips bedienen.

Um den Cajüten frische Luft zuzuführen, bedient man sich häufig des Kühl- oder Luftsegels. Dasselbe ist gewöhnlich aus Leinwand angefertigt, hat die Form einer cylindrischen Röhre, welche durch Reife erhalten wird und an der einen Seite offen ist. Diese offene Seite wird dem Winde zugekehrt und die Röhre durch die Luke im Deck in die Cajüte geführt, wodurch ein Strom frischer Luft hineingelangt. Die Wirksamkeit des Kühlsegels findet jedoch nur unter gewissen Umständen statt: nur bei einem frischen, jedoch nicht bei einem zu starken Winde. Bei ruhigem Wetter und bei geöffneter Cajütenthür und Treppenluke kann man durch das Kühlsegel die verunreinigte Luft auch abführen.

Sind die Kühlsegel sehr weit, so geht auf der einen Seite ein Luftstrom nieder- und ein anderer aufwärts. Die vorhin vorgeschlagenen beständigen Lüftungen sind jedoch weit zweckmäßiger und bei dem Neubau eines Schiffes leicht anzubringen. Bei sehr stürmischem Wetter muß man die Oeffnungen über dem Deck verschließen können. Ueberhaupt lassen sich nach dem, was wir im Verlauf unseres Werkes mitgetheilt haben, so manche Abänderungen bei der Ventilirung der Schiffe anbringen, daß kein Schiffsbaumeister, der nur einmal den Gegenstand gehörig in's Auge gefaßt hat, in Verlegenheit bei ihrer Ausführung kommen kann.

Das Kambüsen- oder Küchenfeuer eines Schiffes ist häufig mit gutem Erfolg zur Ventilirung der Schiffe benutzt worden, und man wird dadurch in den Stand gesetzt, die Atmosphäre der Schiffsräume außerordentlich zu verbessern. Das Kambüsenfeuer wirkt hier auf dieselbe Weise wie ein Wetterofen in Gruben. Man muß zu diesem Ende zwischen allen zu ventilirenden Räumen des Schiffes und dem Kambüsenfeuer eine Verbindung durch Röhren herstellen und es muß dabei vorausgesetzt werden, daß diese Röhren gehörig luftdicht sind. Von der Decke der Cajüten lassen sie sich sehr gut unter dem Schiffsdeck bis zu dem Rost des Kambüsenofens führen. Die frische Luft läßt sich auch sehr gut und zweckmäßig durch Pumpen, Windräder oder Schraubenventilatoren einführen, wenn, wie es unter so vielen Umständen der Fall ist, die gewöhnliche Lüftung nicht hinreicht. Die mechanische Kraft zur Bewegung dieser verschiedenen Maschinen liefert ein Knabe, der nur wenige Stunden des Tages zu arbeiten braucht, um sämmtliche Schiffsräume mit frischer Luft zu versehen, während die unreine dem Kambüsenfeuer zugeführt wird. Von den Maschinen müssen biegsame Röhren zu dem Boden der Cajüten führen; Gutta Percha ist dazu sehr zweckmäßig.

Bei keiner Art von Schiffen ist die Ventilirung so nothwendig als bei den sogenannten Auswanderungsschiffen, auf denen eine Menge Menschen zur Reise von irgend einem europäischen Hafen nach Amerika mehrere Wochen zusammengedrängt sind. Welche Unannehmlichkeiten die Passagiere sowohl in den

Cajüten als auch im Zwischendeck durch die schlechte Atmosphäre und andere Nachtheile einer längeren Seefahrt haben, ist eine zu bekannte Sache, um darüber noch Bemerkungen zu machen; unsere Tagesliteratur giebt genügende Nachweisung darüber. Wir brauchen nur zu bemerken, daß von 190,000 Bewohnern Mitteleuropa's, welche in den Jahren 1848 und 1849 in nordamerikanischen und canadischen Häfen angelangt sind, über 25,000 auf der Seereise oder in deren Folge gestorben waren, so daß man die Auswanderung einen wahren Würger des Menschengeschlechts nennen kann. Die Hauptursachen dieser großen Sterblichkeit sind unstreitig Mangel an hinreichender und guter Nahrung, mangelhafte Bekleidung und mangelhafte Ventilirung der Transportschiffe. Die Gesetzgebung müßte hier nothwendig überall so eingreifen, wie es bereits vom Senat der freien Stadt Hamburg geschehen ist. Die Rheder müssen gezwungen werden, ihre Schiffe gehörig zu ventiliren. An Mitteln dazu kann es nicht fehlen; transportable Ventilatoren sind leicht angeschafft und an Kräften zu ihrer Bewegung fehlt es am wenigsten auf einem Auswanderungsschiffe. Für die Sklavenschiffe ist schon seit langer Zeit von dem englischen Arzte Dr. Reid ein, Medicator genannter, Ventilirungsapparat in Vorschlag gebracht. Derselbe besteht aus einem Cylinder, in dessen Ende die Luft durch ein Kühlsegel einströmt, und welcher mit einem Siebe versehen ist, durch welches die Unreinigkeiten zurückgehalten werden. Man läßt die Luft auch über gewisse chemische Präparate, wie z. B. Chlorkalk, streichen, um ihr in den Schiffsräumen jede Unreinigkeit zu entziehen. Mechanische Ventilatoren müssen mit den Kühlsegeln und den Röhren, mögen sie nun irgend eine oder die andere Einrichtung haben, verbunden sein.

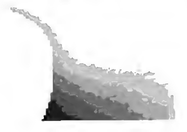
Die Ventilirung der Cajüten ist nothwendig, noch weit nothwendiger aber die Ventilirung derjenigen Räume, in denen das Schiffsvolk schläft; wenige Minuten, nachdem sich die Leute in die Hängematten zurückgezogen haben, wird die Luft von Feuchtigkeit und Kohlensäure durch die Exhalationen so verdorben, daß sie zum Athmen ganz untauglich ist.

Bei der Ventilirung der Dampfböte kann der Maschinenraum

bei ruhigem Wetter durch die Wirkung eines Ruderrades mit frischer Luft versehen werden, während das andere die unreine Luft abführt. Um einzusehen, wie dies bewerkstelligt werde, müssen wir hier bemerken, daß die Ruderräder die sie umgebende Luft fortwährend in Bewegung setzen, ebenso gut wie das Wasser, mit welchem sie in Berührung kommen; die Ruderräder sind gewissermaßen große Ventilatoren, welche die Luft von der Mitte wegnehmen und sie durch die Peripherie in die freie Luft bringen. Bringt man nun in dem Maschinenraum eine Oeffnung an, die mit der Mitte eines Ruderrades in Verbindung steht, so wird die unreine Luft weggenommen und durch die Peripherie des Rades ausgeströmt werden. Das durch die Oeffnungen eindringende Wasser muß durch einen Deckel abgehalten und durch eine Röhre abgeführt werden. Frische Luft kann freilich auch durch die Ruderräder eingeführt werden, jedoch ist es besser, sie durch Canäle von dem Deck einzuführen.

Die Ventilirung der Aschenfälle ist häufig auch sehr schlecht; gewöhnlich stürzt ein Strom frischer Luft plötzlich von dem Deck zu den Aschenfällen und setzt die von Schweiß triefenden Feuerleute dem schrecklichsten Zuge aus. Eine gehörige Luftzuführung ist für die Dampfkesselaschenfälle etwas sehr Wesentliches und in vielen Fällen hängt davon die Geschwindigkeit einzig und allein ab. In einigen Fällen ließ man die Luft durch den Bug einströmen und auf das Feuer drücken. Je geschwinder daher bei ruhigem Wetter ein Dampfschiff geht, je größer ist die Kraft der Luftströmung, die gleich einem künstlichen, durch Gebläse hervorgebrachten Winde wirkt und das Feuer sehr lebhaft unterhält.

Wenn die unreine Luft aus der Maschinenkammer durch die Ruderräder weggenommen wird, so muß dieselbe Luftmenge durch Einströmen wieder ersetzt werden, da die Wirkung der Ruderräder so stark ist, daß dem Feuer die Luft vollständig entzogen wird. Die unreine Luft aus dem Maschinenraume und aus einigen in der Nachbarschaft befindlichen Räumen, z. B. aus den Abtritten, kann auch durch Röhren weggeführt werden, die Kambüsenfeuer zugehen. Feuersgefahr vermeidet man in



diesen Fällen dadurch, daß man vor den Mündungen ein oder mehrere Gitter von Drahtgaze anbringt.

Die verunreinigte Luft aus den verschiedenen Räumen des Schiffes reicht nicht immer zur Speisung des Feuers der Oefen hin und ein freier Zutritt der frischen Luft zu denselben ist oft nothwendig, um die gehörige Geschwindigkeit des Schiffes hervorzubringen. Ja, in manchen Fällen ist er nothwendig, um Maschinenkräfte zu der Speisung des Feuers anzuwenden, erfolge diese Speisung nun durch Ventilatoren oder Pumpen. Die größere Erforderniß an Maschinenkraft kommt durchaus nicht in Betracht, wenn es sich um die erforderliche Geschwindigkeit der Fahrt handelt. Ventilatoren oder Windradgebläse sind offenbar die wirksamsten Maschinen, allein es muß nur dahin gesehen werden, daß sie nicht zu klein sind und zu rasch umgehen, da große Ventilatoren mit geringerer Geschwindigkeit eine viel zweckmäßigere Wirkung sowohl zur Ventilirung des Feuers der Kesselöfen als auch der Cajüten und anderer Schiffsräume haben. Die verschiedenartige Einrichtung der Ventilatoren oder Windradsgebläse müssen wir hier als bekannt voraussetzen. Auch die Schraubenventilatoren, nach dem Princip der archimedischen Schraube eingerichtet, haben eine gute Wirksamkeit.

Die auf den Dampfböten angewendeten Ventilatoren werden in den Maschinenraum gestellt, dürfen aber durchaus in keiner Verbindung mit der Atmosphäre in demselben stehen. Es müssen daher von der äußeren Luft her Röhren bis zur Mitte der Ventilatoren geführt werden und andere Röhren von der Peripherie derselben, um die verdichtete frische Luft dem Boden der verschiedenen Räume zuzuführen. Die verunreinigte Luft muß alsdann durch die Luken im Deck oder durch sonstige Oeffnungen am oberen Theile der Cajüten und Räume für die Hängematten abgeführt werden.

Die Ventilatoren können aber auch benutzt werden, um die unreine Luft aus den Räumen fortzuschaffen; sie müssen daher durch Röhren zwischen den zu ventilirenden Räumen und ihrer Mitte verbunden sein, und zwar müssen die Röhren von den Decken der Cajüte 2c. auslaufen.

Diese obwohl kurzen Bemerkungen werden vollkommen hinreichend sein, um jeden Schiffsbaumeister in den Stand zu setzen, jedes Schiff so zu ventiliren, daß weder die Gesundheit der Passagiere noch die der Schiffsmannschaft im geringsten leidet, und die menschliche Gesundheit steht so hoch, daß zu ihrer Erhaltung und Befestigung kein erreichbares Mittel unversucht bleiben darf.

Die Ventilirung der Eisenbahnwagen und gewöhnlichen Kutschen ist ebenfalls von großer Wichtigkeit. Auf manchen Eisenbahnen, auf denen namentlich die Wagen dritter Klasse aus einem einzigen großen Raum bestehen, der in keine besondern Coupees getheilt ist, findet im Innern, wenn sämmtliche Fenster verschlossen sind, eine erstickende Luft statt, besonders wenn alle Stellen besetzt sind und daher die Menschenzahl für einen solchen Raum eine sehr bedeutende ist. Oeffnet man nun die Fenster, so strömt die Luft so schnell und in solcher Menge ein, daß im Winter eine unerträgliche Kälte entsteht. In den Wagen erster und zweiter Klasse ist der Zustand der Dinge nicht viel besser, und wenn die Fenster geöffnet werden, so leiden die Insassen der Coupees ebenfalls.

Will man die Eisenbahnwagen ventiliren, so müssen sie sämmtlich in Coupees getheilt werden, wodurch das Volumen der in jedem befindlichen verdorbenen Luft vermindert wird, während eine solche Einrichtung auch noch manche andere Vortheile gewährt. Die frische Luft muß durch einen luftdichten Canal herbeigeführt werden, der an dem Boden des Wagens hinläuft und an beiden Enden durch feine Zinkblechsiebe mit der Atmosphäre in Verbindung steht. Mit dieser Hauptröhre stehen Nebenröhren in Verbindung, welche die frische Luft bis zur vorderen Seite der Sitze führen und sie dort durch feine Siebe ausströmen lassen. An beiden Enden der Hauptröhren müssen Ventile angebracht sein, um das Einströmen der Luft reguliren zu können. Die Entfernung der verunreinigten Luft aus den Coupees kann sehr leicht durch eine Oeffnung in der Decke derselben bewerkstelligt werden. Diese Oeffnungen werden mit einem Aufsatz versehen, welcher über die obere Seite des Wagens hervor-

tritt und auf verschiedene Weise eingerichtet sein kann. Kann dieser Aufsatz gedreht werden, und man dreht die einzige Oeffnung von dem Winde ab, so wird die unreine Luft sehr bald aus dem Coupee abgeführt; dreht man dagegen die Oeffnung dem Winde zu, so tritt die Luft mit einer Geschwindigkeit ein, die im Verhältniß zu der Geschwindigkeit des Bahnzuges steht. Ist daher ein Coupee nicht besetzt, so braucht der Conducteur den Aufsatz nur gegen den Wind zu drehen, um das Coupee recht vollständig zu lüften, welches für die nächsten Insassen desselben sehr zweckmäßig ist. Abends, wenn das Innere der Coupees durch Lampen erleuchtet wird und diese in die Ventilirungsöffnungen in der Decke eingehängt werden, so wird auf diese Weise der einzige Weg zur Entfernung der unreinen Luft versperrt, und bei weitem die meisten Eisenbahnwagen-Lampen sind nicht so eingerichtet, daß dadurch die Ventilirung befördert wird, und doch ist dies so sehr leicht zu erreichen. Bekanntlich besteht das untere Ende der Lampen aus einer gläsernen Halbkugel; wird dieselbe nun an den Seiten mit nicht weit von einander abstehenden Löchern versehen, so entsteht ein aufwärts steigender Zug und die Lampe befördert die Ventilirung. Außerdem können die Lampen auch noch auf andere Weise eingerichtet sein, so daß die Luft aus den Wagen zur Verbrennung wirken kann, ohne daß sie Oel in das Coupee fallen läßt.

Eine andere Einrichtung der Lampe, wobei es nicht nöthig ist, die Luft aus dem Innern des Wagens zur Verbrennung zu benutzen, ist die folgende. Der obere Theil der Lampe bestehe aus einem sehr dünnen Messingcylinder, und derselbe sei von einem zweiten, aber weiteren Cylinder derselben Art umgeben, so daß zwischen beiden ein ringförmiger, einen halben Zoll weiter Zwischenraum bleibt. Beide Cylinder seien gleich hoch und reichen über die Wagendecke hinaus. Der erwärmte innere Cylinder wird einen aufwärts gehenden Zug der im Wagen eingeschlossenen Luft verursachen, und wenn die Oeffnung des Raumes zwischen beiden Cylindern, etwa $1/2''$, von der Wagendecke beginnt, so wird die unreine Luft aus dem Coupee dadurch abgeführt werden. Uebrigens bedarf es keiner weiteren

Beschreibung dieser Lampeneinrichtung, da sie bei gehörig aufgefaßtem Princip sehr leicht ausführbar ist.

Bei der Einführung der frischen Luft in die Coupees ist es sehr wesentlich, daß sie so fein wie möglich verbreitet eintritt, denn rasch eintretende größere Massen würden große Nachtheile haben. Man muß daher die Einströmungsöffnungen mit Drahtgaze oder mit fein durchlöchertem Zinkblech versehen. Auch sollten neben den Fenstern noch Aufzüge mit feiner Drahtgaze vorhanden sein, welche statt der Fensterscheiben aufgezogen werden können und einen sehr fein zertheilten Strom von Luft einlassen. Die Maschen dürfen nicht zu eng sein, damit man nicht alle Aussicht verliert; der Draht dieser Gazefenster muß grün oder lichtblau angestrichen sein. Bei den Eisenbahnwagen mancher englischen Bahnen hat man die erwähnte Einrichtung bereits ausgeführt.

Die Heizung der Eisenbahnwagen ist in den kälteren und rauheren Klimaten Mittel-Europa's ein Gegenstand von nicht minderer Wichtigkeit. In England hat man ihn wiederholt in Anregung gebracht, auf mehreren dortigen und deutschen Eisenbahnen hat man verschiedene Versuche gemacht, ganz neuerlich ist aber die österreichische Generaldirection der Staatsbahnen auf die Ausführung der glücklichen Idee gekommen und wird schon für den Winter 1850/51 diejenigen Personenwagen aller drei Klassen, welche zum Winterdienst dienen sollen, zweckmäßig erheizen und dabei Sorge tragen, daß stets die Luft durch erwärmte frische Luft erneuert werde.

Zu diesem Behufe hat sie den durch seine Schriften über Heizungen bekannten emeritirten Professor Meißner beauftragt, sich mit der Aufgabe zu befassen, und ihm die nöthigen Probewagen zur Disposition gestellt.

Wie wir vor einiger Zeit Gelegenheit gehabt haben, uns zu überzeugen, da ein mit dem neuen Apparat eingerichteter Wagen zwischen Olmütz, Brünn und Prag probirt wurde, ist es demselben gelungen, einen eigenthümlichen Ofen zu construiren, der nur anderthalb Fuß im Quadrat, also einen Personensitz einnimmt und die Bedingungen auf's überraschendste erfüllt.

Da diese Einrichtung nicht nur für Eisenbahnwagen, sondern auch für Dampfschiffe, Seeschiffe ꝛc. von außerordentlichem Werth sein wird, um so mehr, da sich auch eine Vorrichtung damit verbinden läßt, welche im Sommer namentlich auf den Schiffen, welche die heißen Zonen befahren, auch eine Abkühlung der sonst so drückenden Luft in den Cajüten gestattet, so dürfte es von Interesse sein, die Aufgabe genauer zu erfahren, welche sich der Erfinder gestellt hat, um vorerst die Erwärmung der Coupees zu erzielen; weshalb sie der im Besitz derselben Befindliche sie hier mittheilt. Er sagt nämlich:

Soll es möglich werden, die Eisenbahnwagen, Cajüten ꝛc. zweckmäßig zu erwärmen, so ist vor allem unerläßlich, daß man sich vorher die Umstände und Schwierigkeiten richtig definire, mit welchen man bei diesem Unternehmen zu kämpfen hat, denn nur nach genauer Bekanntschaft mit denselben wird man auch im Stande sein, die zu lösende Aufgabe und Bedingungen richtig zu stellen.

Zu dieser Absicht dienen folgende Prämissen:

a) Der Mensch athmet in 24 Stunden 23040 mal, also in einer Stunde 960 mal, in der Minute 16 mal;

b) mit jedem Athemzuge nimmt er bei 20 Kubikzoll in seine Lunge auf, also in 24 Stunden bei 267 Kubikfuß;

c) von dieser Luft zerstört er in 24 Stunden gänzlich nahe an 116 Kubikfuß;

d) er athmet dagegen in derselben Zeit an erzeugter Kohlensäure aus etwas über 22 Kubikfuß;

e) er athmet in derselben Zeit auch aus 26 Loth Wasser und dünstet zugleich durch das Hautorgan 1 Pfund 23 Loth Wasser aus;

f) er giebt also an die Luft in 24 Stunden 2 Pfund 17 Loth Wasser;

g) die Lebensfunction des Menschen ist aber schon sehr beirrt, wenn die einzuathmende Luft 10 Procent zum Athmen untaugliche Theile — besonders Kohlensäure und Wasser — enthält; er bedarf daher an guter reiner Luft in 24 Stunden we-

nigstens das Zehnfache von dem, was er zerstört, d. i. nach c) 1158 Kubikfuß, wenn er nicht leiden soll.

An diese Prämissen knüpfen sich folgende Betrachtungen:

α) Ein Eisenbahnwagen (wie die österreichischen) enthält im Maximo einen Raum von 1560 Kubikfuß, wovon aber abzuziehen ist: das Volumen der Sitze und der Personen sammt ihrem Gepäck. Nehmen wir an, es säßen 30 Personen im Wagen und jede Person habe sammt allem nur das Volumen von 6 Kubikfuß, so würden sie zusammengenommen 180 Kubikfuß repräsentiren, woraus folgt, daß der Wagen sodann nur noch — 180 = 1380 Kubikfuß enthielte;

β) wenn aber eine Person binnen 24 Stunden 1180 Kubikfuß frische Luft bedarf, so werden 30 Personen in derselben Zeit 34780 Kubikfuß in Anspruch nehmen, es würden also die vorhandenen 1380 Kubikfuß Luft in 24 Stunden 25 mal auszutauschen sein;

γ) dieser Abgang an frischer Luft und die Ueberladung der viel zu gering vorhandenen Luft mit Kohlensäure und Wasser, sowie mit den mannigfaltigen, sogar kranken Ausdünstungen so vieler Menschen ist aber die einzige Ursache, daß so vielen Reisenden so ängstlich und übel wird, daß sie in der Desperation die Fenster aufreißen und einen kalten Luftstrom einlassen, welcher zwar demjenigen, der ein Maß Wein, oder noch schlimmer einige Maß Bier im Leibe hat, eine erwünschte Labung gewährt, aber manchem Andern bedenkliche Erkältungen zuzieht, der möglichen Ansteckungen, wenn Epidemien herrschen, gar nicht zu gedenken;

δ) gesunde, starke und mit einem tüchtigen Gabelfrühstück ausgerüstete Menschen sind nun zwar der Meinung, daß schon durch die vielen Fenster- und Thürfugen die erforderliche Luft eindringe, oder doch durch theilweise Oeffnung der Fenster eingelassen werden könne. Wer indessen die im Vorigen angeführten Umstände beherzigen will, der wird bald überzeugt werden, daß das Erste unmöglich ist und das letztere Mittel nur eine höchst ungleichförmige Verbesserung der Luft gewährt, dagegen aber die bereits erwähnten Erkältungen herbeiführen kann;

ε) es kann endlich auch die gewöhnliche Erwärmung der im

Wagen enthaltenen Luft zu keinem günstigen Resultate führen, weil sie nicht das nöthige Quantum neuer Luft herbeiführt; ja die Reisenden würden sich dabei noch viel übler befinden, weil die vielen Ausdünstungsproducte am heißen Ofen in noch unangenehmere und auf die Gesundheit nachtheiliger wirkende Gasarten zersetzt werden.

Aus allen hier angeführten Umständen und Bemerkungen folgert sich ohne Zweifel auch bald die nähere Bezeichnung der Aufgabe, welche der Heiz- und Ventilationsapparat zu lösen hat, in folgenden Punkten:

1) Der Apparat muß die Luft im Wagen auf demjenigen Grad der Temperatur erhalten können, den man eben will.

2) Diese Temperatur muß aber auch im ganzen Raum möglichst gleichförmig sein, damit man sich nicht um die Plätze zanke.

3) Der Apparat muß, wenn viele Personen vorhanden sind, binnen 24 Stunden 34740 Kubikfuß frische Luft in den Wagen einbringen und fortwährend die bereits verunreinigte Luft ausführen können, und zwar ohne Herabsetzung der Temperatur, was also die Anwendung meiner Ventilationsmethode bedingt.

4) Er muß aber, wenn wenig Personen im Wagen sind, auch ohne die Einführung der äußeren Luft dieselbe Temperatur im ganzen Raume gewähren können, was mithin die Anwendung meiner circulirenden Heizmethode voraussetzt.

5) Er muß die sanfte Bewegung der Luft, ohne welche die Gleichförmigkeit der Erwärmung unmöglich wäre, behaupten können, selbst bei der verschiedensten Stärke und Richtung der äußeren Luftströme.

6) Er muß auch mehr oder weniger frische Luft einführen können, unbeirrt durch die äußeren Verhältnisse.

7) Es dürfen, wenn der Wagen Stöße erleidet, keine Funken oder Kohlen ausgeworfen werden.

8) Der Apparat muß so construirt sein, daß es unmöglich ist, die Circulations- und Ventilationsvorrichtung gänzlich offen oder verschlossen zu halten, weil im ersten Falle eine bedeutende Strömung der Temperatur erfolgen, im zweiten Falle hingegen

nicht nur der Ofen unnöthigerweise bald verbrennt, sondern auch der äußere Theil des Apparates so heiß werden würde, daß sich die Reisenden die Kleider daran versengen könnten.

9) Er muß auch so beschaffen sein, daß er keinen Theil des Wagens bedeutend erhitzen, also keine Entzündung bewirken kann.

10) Er darf nie viel Ruß erzeugen, weil dieser, durch Nachlässigkeit angehäuft, bei seiner Entzündung unnöthigen Schrecken erzeugen könnte; aber wenn diese dennoch stattfände, darf die Entzündung des Wagens nicht möglich sein.

11) Im Falle der etwaigen Ueberheizung des Ofens muß die Dämpfung des Feuers auch ohne Herausnahme des Brennmaterials möglich sein, weil dieselbe unbequem sein und zur Verstreuung der Kohlen Gelegenheit geben würde.

12) Der Apparat muß aber so gut für ganze als für in Coupees getheilte Wagen anwendbar sein.

13) Im letzten Falle so auch bei der ambulanten Post muß jedes Coupee vom andern isolirt werden können, weil sonst, wenn auf den Stationen die Thüre des einen Coupees geöffnet wird, die kalte Luft auch in das andere eindringen würde.

14) Der Apparat darf nicht zu viel Raum einnehmen, vielleicht nur 18″ im Quadrat, es muß also möglich sein, daß sich Personen dicht neben den Apparat setzen können, ohne durch die Wärme belästigt zu werden; dies bedingt aber unausweichlich, daß der Ofen nicht durch Strahlung auf die Luft wirke.

15) Es darf im Wagen, die Eröffnung der Thüren ausgenommen, nie ein starker Luftzug stattfinden, damit die Erkältungen vermieden werden; dies setzt aber Doppelfenster voraus, die äußerlich angeschraubt sind und von innen nicht geöffnet werden können, es bedingt daher um so nothwendiger die Anwendung eines Apparates, welcher den bereits angeführten Bedingungen entsprechen kann.

16) Der Apparat muß, wenn man es wünscht, aus dem Wagen entfernt werden können z. B. im Sommer.

17) Er muß auch so construirt sein, daß er aus einander genommen und derjenige Theil desselben, welcher vom Feuer angegriffen wird, der Sicherheit wegen leicht und mit geringen

Kosten ausgetauscht werden kann, während alle übrigen Theile eine maßlose Dauer versprechen.

18) Er muß ferner so beschaffen sein, daß kein Reisender auf denselben Einfluß nehmen kann.

19) Er muß, da einiger Straßenstaub nicht zu vermeiden ist, wenigstens den Rauch und die Asche der Locomotive nicht einlassen.

20) Er muß auch während der Fahrt wenig Bedienung gebrauchen, damit er leicht von den Conducteuren zu handhaben sei.

21) Die Behandlung des Apparates muß endlich, da die Wagen so oft in andere Hände kommen, so einfach sein, daß der Besorger desselben nichts Anderes zu wissen braucht, als wo die Oeffnung zum Einlegen des Brennmaterials und wo der Schlüssel anzustecken ist, mittelst dessen die vorhandenen Zeiger auf diejenige Schrift eines Zifferblattes gestellt werden können, die den beabsichtigten Erfolg bezeichnet; aber selbst wenn er dies Wenige nicht weiß, so muß er immer noch durch verkehrte Manipulation keinen Schaden anrichten können.

Angenehm wird es endlich denjenigen sein, welche sich für diesen Gegenstand mehr interessiren, zu erfahren, daß mit einem solchen Apparat auf den nördlichen k. k. Staatsbahnen bereits amtliche Proben gemacht sind, und Herr Dr. Varrentrapp zu Braunschweig theilt aus den Protocollen das Hauptresultat hier mit.

1) Der Ofen steht in der Mitte eines großen sogenannten amerikanischen Waggons.

2) Derselbe nimmt einen Raum von 23 Zoll im Quadrat ein.

3) Die äußere Fläche des Ofens blieb während aller Proben vollkommen kalt.

4) Während einer 9½ Stunden dauernden Fahrt wurde die Temperatur im Innern des Wagens auf 18½° R. erhalten, obwohl die äußere Temperatur von 13° auf 11° sank, dann auf 13½° wieder stieg.

5) Die Temperatur war während aller Proben im ganzen Wagen stets gleichmäßig vertheilt.

6) Während dieser Fahrt, wo 28 Meilen zurückgelegt wurden, sind nur 5 Pfund weiche Holzkohle verbrannt.

7) Bei einer Probefahrt zwischen Brünn und Trübau wurde bei der Stellung des Zeigers am Ofen auf 4°, während 16° vorhanden sind, eine Differenz in der äußeren und inneren Temperatur von $9^1/_4$° R. erzielt und nur 4 Pfd. Kohle verbraucht.

Die zu diesen Proben committirten k. k. Commissarien sprechen sich sehr befriedigt über die Leistung dieses Apparates aus, da derselbe die oben gestellten Bedingungen vollständig erfüllt.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.



